This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Mining
F. L. A. PIOCHE.
1871.
Accessions No. 17590 Shelf No.

$\frac{yl}{kl}$ & atlas

ÉLÉMENS PRATIQUES

D'EXPLOITATION.

STRASBOURG, de l'imprimerie de F. G. LEVRAULT, imprimeur du Roi.

ÉLÉMENS

PRATIQUES

D'EXPLOITATION,

CONTENANT

Tout ce qui est relatif à l'art d'explorer la surface des terrains, d'y faire des travaux de recherche et d'y établir des exploitations réglées; la description des moyens employés pour l'extraction et le transport souterrain des minerais et des combustibles; les diverses méthodes de boiser, murailler, aérer et assécher les mines; les secours à donner aux noyés, asphyxiés et brûlés; des notions sur l'administration, la comptabilité, etc., etc.

PAR

C. P. BRARD,

Ingénieur en chef aux mines d'Alais, membre correspondant des Sociétés philomatique, d'histoire naturelle et d'instruction élémentaire de Paris, de l'Académie des sciences de Bordeaux, de la Société linnéenne de Normandie; d'émulation de Rouen, et de la Société de physique de Genève.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

PARIS,

Chez F. G. Levrault, rue de la Harpe, n.° 81,

et rue des Juifs, n.° 33, à STRASBOURG.

BRUXELLES, Librairie parisienne, rue de la Magdeleine.

1829.

TN146
B7

A Monsieur le Vicomte

de Beaumont,

Député, Conseiller d'Etat et Préfet,

A l'honorable Député de la Dordogne, qui a défendu nos droits, nos jeunes contemporains et l'industrie française;

Hommage de respect et d'attachement.

P. Brard.

INTRODUCTION.

Nous avons déjà plusieurs bons ouvrages sur l'art d'exploiter les mines, nous sommes riches en mémoires détachés et en traités spéciaux; mais je crois qu'il nous manquait encore un livre élémentaire portatif, complet et peu coûteux, qui fût à la portée de l'homme du monde qui veut s'occuper de mines et du maître ouvrier qui cherche à s'instruire. Tel est le but de l'ouvrage que je présente aux nouveaux exploitans et aux jeunes mineurs français qui voudront rivaliser avec les saxons, et qui sentiront de plus en plus que la science et la pra-

tique sont deux sœurs qui gagnent beaucoup à vivre en commun, qui s'entr'aident journellement, qui ont chacune leur mérite et qui ne peuvent se séparer sans s'éloigner aussitôt du but de perfection vers lequel on se plaît à les voir marcher ensemble.

Tant d'hommes distingués se sont occupés de l'art des mines, qu'il devenait assez difficile de composer un nouvel ouvrage sur ce même sujet sans rentrer à chaque instant dans un champ déjà cultivé; mais bien déterminé d'avance à faire honneur à chacun de son propre ouvrage, et à ne me réserver que le faible mérite d'avoir disposé et coordonné ces différens documens avec ordre et méthode, en y ajoutant ce qu'une longue pratique m'a personnellement appris, j'ai encore entrevu le moyen d'être utile à mes concitoyens, et je n'ai plus balancé à mettre la main à l'œuvre.

Ces Élémens pratiques d'exploitation font suite à la Minéralogie appliquée aux arts que j'ai publiée il y a quelques années, et qui renferme la description et l'histoire de

toutes les substances minérales qui sont employées dans les arts et les manufactures : mon but était alors de faire connaître les minéraux utiles et leurs nombreuses applications, comme il l'est aujourd'hui de décrire tous les moyens dont on fait usage pour les arracher et les extraire du sein de la terre, qui les recèle presque tous.

Jars, Delius et Monnet parmi les anciens auteurs, MM. d'Aubuisson et Héron de Villefosse chez les modernes, ne se sont point bornés dans leurs excellens ouvrages à décrire les différentes parties de l'art du mineur ; ils ont traité de la préparation et même de la fonte des minerais : deux parties tout-à-fait étrangères à l'exploitation proprement dite, et dont je n'ai pas dû m'occuper, puisque le plan que je me suis tracé commence avec l'exploration de la surface, comprend tout ce qui s'exécute dans l'intérieur de la terre, mais se termine rigoureusement au moment où les substances qui font le sujet de l'exploitation sont sorties du sein de la terre et arrivées jusqu'au jour.

Je me suis très-peu étendu sur la construction des pompes et des machines en général, parce que nous possédons une foule d'ouvrages de mécanique dans lesquels on trouve tout ce que l'on peut désirer sur l'établissement et l'application de tous les moteurs connus, et que j'ai dû me borner à conseiller d'adopter telle ou telle machine plutôt que telle ou telle autre, mais sans la décrire en détail.

Les sciences et les arts sont arrivés à ce point éminent qui exige cette même division de travail qui contribue si puissamment à la perfection des travaux manuels. Les sciences naturelles surtout, qui ne sont point étrangères à notre sujet, se sont, depuis trente ans, subdivisées presque à l'infini, et c'est à cette même époque qu'il faut rapporter l'origine des progrès immenses qu'elles ont faits chez toutes les nations civilisées; chacun a senti qu'après avoir acquis des connaissances générales sur telle ou telle science, il devait en adopter une partie seulement, s'y adonner tout entier, y sacrifier

tous ses momens, tous ses moyens, toutes ses pensées, et renoncer à la prétention de tout parfaitement connaître. C'est à cette division tacite, à ce partage intellectuel, dont chacun a choisi sa part, que nous devons, n'en doutons pas, les travaux d'Haüy sur les caractères physiques des minéraux, ceux de Werner sur leur aspect et leur physionomie externe, ceux de Berzelius sur leur constitution chimique; tandis que d'autres minéralogistes se sont spécialement occupés du gissement et de la manière d'être des substances minérales, et d'autres encore, de la recherche de leurs nombreuses applications.

L'art des mines a dû subir le sort de toutes les connaissances humaines, il peut et doit se présenter seul et entièrement dégagé de tout ce qui ne lui appartient pas essentiellement; je dis plus, c'est que je suis très-persuadé que l'époque n'est pas éloignée où l'on sentira la nécessité d'un traité particulier de l'exploitation de la houille, et que l'art gagnera infiniment encore à cette nouvelle subdivision.

Je me suis au reste fort peu détourné de la route adoptée par mes devanciers pour la classification des différentes parties de l'art ; car, après avoir décrit la plupart des circonstances qui peuvent servir d'indices pour la présence des minerais et des combustibles, leurs dispositions diverses dans l'intérieur de la terre, les meilleurs moyens d'explorer la surface et de pratiquer les travaux de recherches qui doivent confirmer ou détruire les notions acquises par l'inspection superficielle des terrains, je me suis attaché, tout comme eux, à décrire les différens modes d'attaquer les roches, les outils que l'usage a fait adopter, et les moyens divers employés pour exploiter tel ou tel gîte, et pour porter ou élever au jour les produits du travail du mineur.

La conservation des hommes et des travaux exigeait bien un chapitre séparé ; car l'art de soutenir la roche ébranlée qui tend à tout combler, les moyens de faire écouler les eaux, de s'opposer aux inondations subites et aux progrès des incendies souter-

rains, et d'assainir l'air infecté de gaz délétères, sont des sujets si importans pour le mineur, que l'on doit employer tout ce qui dépend de soi pour les mettre en évidence et attirer sur eux l'attention extrême qu'ils commandent.

La géométrie souterraine, qui n'est autre chose que l'application de la géométrie et de la trigonométrie à l'art de lever les plans de mine et de les dessiner sur le papier, forme un chapitre séparé, qui se termine par des tables de sinus calculés que nous devons à M. de la Chabaussière.

L'administration, enfin, pour ce qui tient aux fonctions, à la conduite, aux devoirs et au bien-être des ouvriers, pour ce qui est relatif à la comptabilité du directeur, s'il en est chargé; à la constitution des sociétés et à la législation des mines, forme notre sixième et dernier chapitre, qui est terminé par la loi du 21 Avril 1810, qui régit cette partie de notre industrie en France.

Quant à l'appendice, il se compose d'une suite de notes détachées, qui ne pouvaient

trouver place dans le courant du texte, et qui sont toutes relatives à des objets de détail, tels que le prix de la journée du mineur, du mètre cube de roche abattue, la valeur des bois et autres matériaux, le prix et la force des différentes machines, les dimensions des principaux ouvrages de mine exécutés en France, en Allemagne, en Angleterre ou ailleurs, et autres notions analogues, qui peuvent être de quelque intérêt pour les gens de l'art, et surtout pour les jeunes praticiens, que j'ai toujours eus en vue en composant cet ouvrage.

On voit assez par ce simple exposé, que le plan que j'ai suivi est celui que le sujet m'a tracé; que je ne pouvais guères m'en écarter, et que, si je l'ai mal exécuté, je suis tout-à-fait sans excuse, puisque j'avais d'excellens matériaux à ma disposition, et que plusieurs personnes, parmi lesquelles je me plais à citer MM. Gardien, Perrier, Communeau, Jennyngs, Laurence, Manès et Dufrenoy, ont eu la bonté de m'aider de leurs conseils, et de me communiquer des

notes et des documens du plus grand intérêt. Je dois beaucoup, enfin, au corps entier des ingénieurs des mines, dans lequel j'ai l'avantage de compter plusieurs amis, et dont les travaux sont consignés dans le Journal et les Annales des mines, que trente-six années d'existence ont classés parmi les publications les plus importantes et les plus utiles.

ÉLÉMENS PRATIQUES D'EXPLOITATION.

CHAPITRE PREMIER.

Indices et recherche des minerais; leur disposition dans le sein de la terre.

§. 1.er Indices éloignés, prochains, certains et négatifs de la présence des minerais et des combustibles.
§. 2. Disposition des minerais et des combustibles dans le sein de la terre, en couches, filons, veines, stockwerks, amas, nids et rognons. — Failles et autres accidens.
§. 3. Exploration de la surface et travaux de recherches par tranchées, galeries, puits et sondage.

§. 1.er

Indices éloignés, prochains, certains et négatifs de la présence des minerais et des combustibles.

On a cru pendant long-temps que la présence des minerais et des charbons fossiles se manifestait à la surface de la terre par des signes particuliers qui n'étaient pas à la portée de tout le monde; certains individus s'étaient emparés de ce genre de sorcellerie, l'exploi-

ÉLÉMENS PRATIQUES D'EXPLOITATION.

CHAPITRE PREMIER.

Indices et recherche des minerais; leur disposition dans le sein de la terre.

§. 1.er Indices éloignés, prochains, certains et négatifs de la présence des minerais et des combustibles.
§. 2. Disposition des minerais et des combustibles dans le sein de la terre, en couches, filons, veines, stockwerks, amas, nids et rognons. — Failles et autres accidens.
§. 3. Exploration de la surface et travaux de recherches par tranchées, galeries, puits et sondage.

§. 1.er

Indices éloignés, prochains, certains et négatifs de la présence des minerais et des combustibles.

On a cru [illegible]nt long-temps que la pré-[illegible]ce des [illegible] et des charbons fossiles se [illegible]ifestai[illegible] [illegible]rf[illegible]e de la terre par des [illegible]es par[illegible] [illegible]taient pas à la portée [illegible]tout l[illegible] [illegible]s individus s'étaient [illegible]parés [illegible]orcellerie, l'exploi-

taient à leur profit et au préjudice des dupes qui se fiaient à leurs talens occultes. Qui n'a point entendu parler, en effet, des sourciers et des tourneurs de baguette qui prétendaient éprouver des sensations particulières, une espèce de tremblement, quand ils passaient au-dessus d'une source, d'un filon métallique, d'une couche de charbon ou d'un trésor enfoui? Des gens honnêtes et de bonne foi ont partagé cette croyance, et quoique le règne de la baguette soit à peu près passé, l'on trouve encore des tourneurs et des sourciers dans plusieurs contrées de la France.

On a même en dernier lieu cherché à rattacher ces élus à la doctrine du magnétisme animal, en disant que les masses métalliques, les couches de houille et les sources vives pouvaient agir sur certains hommes à la manière des électrophores.

Je ne crois pas plus aux effets du somnambulisme qu'à ceux de la baguette; mais je pense qu'il est convenable, dans l'état actuel de la science, de chercher, en écartant tout ce qui est évidemment charlatanisme, si ce préjugé ne cacherait point quelque vérité dont nous méconnaîtrions l'existence.

Ne soyons donc pas plus dédaigneux que l'académie royale de médecine ne l'a été, étudions les tourneurs de baguette comme elle étudie les somnambules et le magnétisme animal; mais disons et répétons aussi souvent qu'il le faudra, que le charlatanisme le plus

insigne et le plus effronté s'est emparé de la baguette, qu'il l'exploite d'une manière frauduleuse, et que l'on en est encore à ne pouvoir citer une seule mine, une seule source qui ait été découverte par ce moyen.

Pour nous autres exploitans, nous n'admettons que les indices naturels, et encore ne leur accordons-nous pas à tous le même degré d'importance, et c'est pour cette raison que nous les divisons :

En indices éloignés,
En indices prochains,
Et en indices certains ou affleuremens.

Les indices éloignés sont des roches, des minéraux ou des coquilles fossiles qui caractérisent une formation ou un terrain dans lequel on rencontre ordinairement tel ou tel minerai : ainsi, par exemple, le grès houiller, l'argile schisteuse, sont des indices éloignés de la présence de la houille, parce qu'ils ne font que caractériser la formation houillère, sans indiquer le voisinage du combustible ; le soufre et certains gypses sont les indices éloignés de la présence du sel et des sources salées ; les coquilles fossiles d'eau douce, disséminées dans certains calcaires, sont les indices éloignés des lignites ; certains granits sont les indices éloignés de l'étain, car ce métal se trouve presque toujours disséminé dans cette espèce de roche ; mais on ne doit pas conclure l'un de l'autre, c'est-à-dire l'existence de l'étain de la présence du granit.

suffit pour couvrir tout un rocher de vert de gris. Une veinule de charbon de quelques pouces d'épaisseur peut, en s'éparpillant, noircir un espace de quelques pieds. Il faut faire piocher au vif et y regarder de près. Ce n'est qu'à l'aide de travaux réguliers et toujours assez coûteux que l'on acquiert de la sécurité et que l'on peut apprécier la puissance, la richesse et la constance d'un gîte de minerai quelconque. Il arrive même assez souvent que l'abondance du minerai diminue en profondeur, ou disparaît complétement à quelques mètres du jour, et c'est alors que l'on regrette les dépenses prématurées, les bâtimens de luxe, les maisons de direction désormais sans but, et tous ces frais d'état-major et d'administration dont il faut toujours débarrasser les exploitations naissantes. Quelques baraques en bois, un bon maître mineur, et voilà tout; car les avis de l'ingénieur du département suffisent pour les premières recherches, et l'on ne doit appeler un directeur, un homme de l'art, qu'à l'instant où les premières attaques ont autorisé des travaux de quelque importance, dont la mauvaise exécution pourrait compromettre la fortune de l'entrepreneur ou l'existence de la mine elle-même.

Ainsi, je le répète encore, l'indice certain d'un minerai ou d'un combustible n'est autre chose qu'un affleurement, c'est-à-dire la partie visible au jour d'un filon ou d'une couche

qui se montre à la surface de la terre, et qui peut faire penser avec raison qu'il existe au-dessous une certaine quantité de telle ou telle substance minérale utile.

L'affleurement d'une couche de houille, pour qu'il puisse inspirer quelque confiance, doit s'offrir sous la forme d'une bande noire d'une certaine épaisseur, droite et bien réglée, et non sous celle d'une veine contournée et irrégulière. Les rognons de houille grasse et brillante qui se trouvent çà et là dans le grès houiller, ne sont pas des affleuremens et ne doivent point entraîner à des recherches coûteuses; mais dans tous les cas on doit bien se persuader qu'il faut beaucoup de temps, d'argent et de constance pour découvrir les mines. Celles d'Anzin en sont un exemple. [1]

---

1 En 1716, M. le V.te Désandroun, né Belge, et qui faisait exploiter des mines de houille dans les environs de Charleroy, vint faire des recherches dans le Hainaut français, et s'en occupa sans relâche; mais les obstacles se multiplièrent sous ses pas, et quoique le Gouvernement lui eût accordé, en 1720, des secours pécuniaires, ce ne fut qu'au bout de dix-sept années de travaux et après avoir creusé en vain quatorze puits, après avoir été abandonné plusieurs fois par ses associés et obligé de former de nouvelles compagnies, après avoir lui-même sacrifié à cette entreprise une grande partie de sa fortune, qu'il découvrit enfin, le 24 Juillet 1734, sur le territoire d'Anzin, une très-belle couche de houille de la meilleure qualité, qui a donné naissance à l'exploitation la plus vaste, la plus riche et la plus importante de toutes celles qui existent en France.

§. 2.

Disposition des minerais et des combustibles dans l'intérieur de la terre. — Couches. — Filons. — Veines. — Stockwerks. — Amas. — Nids et Rognons. — Failles. — Renflemens. — Rétrécissemens. — Brouillages et autres accidens.

Les minerais et les combustibles se trouvent dans l'intérieur de la terre dans différentes dispositions, c'est-à-dire que ces substances utiles forment des couches, des filons ou des amas, et ce sont ces différens gîtes, leurs modifications et les accidens qui les dérangent, que nous allons successivement examiner.

La plupart des montagnes sont composées de roches qui semblent avoir été déposées par assises plus ou moins épaisses, qui se distinguent à l'œil, soit par la différence de leur couleur ou de leur contexture, soit par une légère solution de continuité, et ce sont ces différentes assises parallèles que l'on nomme *couches* ou *bancs*.

Les couches sont superposées les unes aux autres; les plus anciennes sont par conséquent les plus basses et les plus profondes, car chacune d'elles est le résultat d'un dépôt; aussi leur nature est souvent très-différente, quoiqu'elles soient en contact immédiat. C'est ainsi que la houille, qui se trouve ordinairement en couches, repose sur du grès et est recou-

verte par de l'argile; que le lignite, qui se trouve aussi en couches, est recouvert par de la pierre à chaux ou de l'argile, etc.

Un nombre infini d'observations faites sur tous les points du globe, ont prouvé d'une manière certaine que tel terrain ne se trouve jamais sous tel autre; d'où l'on en a tout naturellement conclu que celui qui se trouve constamment au-dessous, a été déposé avant celui qui est au-dessus, et qu'il est plus ancien. Or, ceci se rattache directement à l'art des mines, car il résulte de ces observations que ce serait une folie, par exemple, de chercher à traverser le granit, dans l'espérance de trouver du terrain houiller au-dessous, puisque jusqu'à présent le granit[1] proprement dit a toujours été trouvé recouvert par tous les autres terrains et n'en a jamais recouvert aucun : c'est la roche primitive par excellence.

Ce serait encore une autre folie que de chercher de l'étain dans les montagnes qui renferment des coquilles fossiles; puisque l'on n'a jamais trouvé ce métal que dans les terrains anciens, qui ont été formés bien

---

1 Je ne puis que citer les roches et ne puis les décrire; car elles sont composées de minéraux qu'il faudrait faire connaître aussi, et cela nous jetterait dans la minéralogie proprement dite, dont je suppose que les directeurs de mine se sont occupés; dans le cas contraire je les renvoie à mes *Élémens de minéralogie*, parce que je crois que c'est jusqu'à présent l'ouvrage le plus facile à entendre.

avant ceux qui contiennent des débris de corps organisés, fossiles ou pétrifiés.

Nous ignorons absolument quel a été le laps de temps qui a pu s'écouler entre la formation de deux couches contiguës, et à plus forte raison entre la formation de deux terrains distincts; mais on est porté à croire que plus les couches ont d'analogie entre elles, et plus l'époque de leur formation a été rapprochée. Au reste, autant l'âge relatif est important à connaître dans l'art des mines, autant l'âge réel est indifférent. Il serait donc superflu de s'y arrêter davantage; qu'il nous suffise d'admettre en principe que les couches dont les montagnes sont composées, ne sont autre chose que le résultat distinct d'autant de périodes pendant lesquelles il s'est déposé tel ou tel minéral; que celles qui sont composées de substances que nous avons su approprier à nos besoins, sont soumises comme toutes les autres à tous les accidens et à toutes les modifications qui en dérangent ou en diminuent l'importance.

Nous nous désolons quand une couche de houille vient à manquer, quand un minerai s'appauvrit; nous avons peine à nous persuader que ce combustible, ce métal, qui sont tout pour l'exploitant, ne sont pas plus dans la nature, que le grès, le quarz ou la baryte qui ne nous intéressent pas, mais qui ont aussi leurs dérangemens et leurs vicissitudes. Enfin, comme les couches sont rarement parfaite-

ment horizontales, qu'elles sont souvent inclinées, quelquefois arquées ou contournées, que l'on en cite même de verticales, on doit bien penser que les dépôts qui les ont formés ont souvent été troublés ou précipités; que le fond sur lequel ils se sont faits, a dû imprimer ses formes et ses propres accidens aux couches qui l'ont recouvert immédiatement, et comme il est démontré que la surface de la terre a été la proie d'une infinité de révolutions générales ou partielles, il n'est pas étonnant que les couches aient été dérangées par toutes ces catastrophes; ce qui explique les irrégularités que l'on remarque dans les couches qui sont composées de minéraux utiles, qui contrarient nos travaux, ou détruisent nos espérances.

La houille, le lignite, l'anthracite, les schistes bitumineux, tous les calcaires, les gypses, les argiles, les ardoises, forment des couches dans les terrains auxquels ils appartiennent; mais les métaux, si l'on en excepte le fer, se trouvent simplement disséminés dans ces mêmes couches, en grains, en filets ou en amas, plus ou moins importans; l'on ne peut pas dire qu'ils forment des couches à eux seuls, et quand même on pourrait citer un ou deux exemples contraires à cette règle générale, il serait encore convenable de l'admettre. La couche plombifère de Tarnowitz en Silésie, par exemple, dont on retrouve des lambeaux jusqu'à Olkutz, près Cracovie,

où elle est exploitée comme à Tarnowitz, est composée d'une marne ferrugineuse dans laquelle le minerai de plomb est disséminé en veines et en rognons. Celle du Bleiberg est composée d'un sable agglutiné qui contient des rognons de minerais de plomb nommés *knotes*.

Quand les couches sont très-épaisses, elles prennent le nom de *bancs*, et quand elles sont très-minces, on les nomme *lits* ou *feuillets*. On cite des bancs de fer en Suède, en Norwége; un banc de plomb à Sala en Suède; un banc de mercure à Rosena en Hongrie, etc. Les couches de toute espèce sont sujettes à des étranglemens, à des renflemens, à des interruptions ou failles et à des brouillages, dont nous parlerons en détail à la fin de ce paragraphe. Mais avant d'aller plus loin, il est bon de dire ici ce que l'on entend par l'inclinaison et la direction d'une couche.

L'*inclinaison* d'une couche est le sens vers lequel elle s'incline ou s'enfonce le plus rapidement.

La *direction* est l'intersection d'un plan horizontal avec sa plus grande inclinaison. Or c'est ce que l'on fait toutes les fois que l'on enfonce une galerie horizontale sur une couche inclinée, car la galerie qui représente l'intersection du plan, cesse de marcher dans le même sens, dès que la couche change d'inclinaison, et s'il en était autrement, le mineur sortirait de la couche, soit en dessus, soit en dessous.

Dans les bures ou descendries, qui ne sont autre chose que des galeries d'inclinaison, on marche dans le sens où la couche est le plus fortement inclinée, et l'on en sortirait infailliblement en perçant au toit, si l'on ne descendait pas autant que la couche, et au mur, si l'on descendait plus rapidement.

Nous verrons dans le cours de cet ouvrage, combien l'inclinaison des couches et des filons influe sur l'importance des travaux qu'ils exigent, pour être exploités avec toute l'économie possible.

L'inclinaison des couches, et particulièrement des couches de houille, leur a valu des noms particuliers dans certains pays. C'est ainsi que dans les mines du Nord, et du pays de Liége en particulier, on nomme *planeures, platteures* ou *platteuses* les couches qui sont inclinées de moins de 45 degrés, et surtout celles qui s'approchent de l'horizontale : on dit, en parlant des changemens d'inclinaison d'une couche, qu'*elle se fait en platteure*, qu'*elle va en platteure*, que c'est *un tiers, un quart de platteure ;* on dit d'une *demi-platteure*, que c'est un *pendage :* elle s'enfonce d'un mètre sur deux. Quand la couche dépasse ces inclinaisons, on dit qu'elle prend *un pendage de roisse ; une roisse* qui sur quatre mètres de longueur s'éloigne d'un mètre de la verticale, est appelée *quart de roisse*, et ainsi de suite pour celles qui s'écartent du tiers, de la moitié, etc. (Morand.)

Les *filons* sont les témoins de ces révolutions dont nous avons parlé au commencement de ce paragraphe; car si l'on peut comparer, jusqu'à un certain point, les couches d'une montagne aux assises d'un édifice, on peut aussi comparer les filons à ces grandes crevasses ou lézardes qui sont le résultat de quelque porte-à-faux, d'une explosion ou de tout autre accident qui aurait dérangé l'aplomb de cet édifice en en fendant toutes les assises. (Pl. II.)

Les filons, selon toute apparence, et à quelques exceptions près, sont des fentes qui se sont faites à travers les couches, sous toutes sortes de directions, qui se sont ramifiées et qui ont été remplies, plus ou moins longtemps après, par des substances qui le plus ordinairement n'ont aucune analogie avec celles qui constituent les couches qu'elles traversent. Ces fentes, qui ont jusqu'à plusieurs lieues de longueur sur une profondeur indéterminée, sont quelquefois restées vides ou ont été comblées par des matériaux grossiers, tels que des cailloux roulés, des déblais anguleux ou des terres argileuses; ce sont les filons stériles : mais le plus ordinairement les filons sont les gîtes des métaux précieux, de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb, et même de quelques pierres fines. Ces minerais qui nous intéressent ne sont point isolés, ils sont mêlés à d'autres substances de non-valeur, qui leur servent de

gangue, et qui ont été formées, tantôt simultanément, tantôt à des époques différentes.

On aurait une fausse idée de la figure d'un filon, si on se le représentait comme une fente ordinaire, qui va toujours en se rétrécissant à mesure qu'elle s'éloigne de la surface. L'image ne serait pas plus vraie, si l'on se figurait un tronc d'arbre accompagné de rameaux, ainsi qu'on l'a tant et tant répété. Il n'y a rien de semblable dans la nature, et il suffit de jeter un coup d'œil sur les plans de mines pour se débarrasser de toutes ces idées fausses. Il est vrai qu'il arrive souvent qu'un filon principal est accompagné de quelques filons secondaires qui s'en détachent momentanément pour s'y rattacher ensuite, que les filons jettent parfois des espèces de petits rameaux éphémères, qu'ils se divisent en plusieurs branches, qu'ils se réunissent pour se séparer encore, en renfermant entre leurs rameaux des espèces d'îles composées de la substance même de la montagne. Mais s'il fallait absolument donner un objet de comparaison pour faire sentir la figure et les accidens d'un filon, j'aimerais mieux proposer le cours d'un fleuve entrecoupé d'atterrissemens et divisé en plusieurs branches, que de choisir, comme on l'a presque toujours fait, l'image d'un tronc d'arbre et des rameaux qui s'y rattachent. (Pl. IV, n.° 1.)

Les filons se montrent souvent à la surface de la terre; ils s'y font remarquer, soit par

leur couleur blanche, soit par une bande qui fait saillie au-dessus du sol et qui est due à leur plus grande dureté, ce qui leur a permis de résister à l'air, tandis que la roche dont ils traversent les couches, a été rongée et dégradée par l'action des pluies, du soleil et de la gelée. On voit de ces filons saillans qui forment des espèces de murs et que l'on suit de l'œil à travers les montagnes. (Pl. IV, n.° 1.) D'autres fois, au contraire, les filons se dégradent plus facilement que la roche, et alors ils sont moins apparens, parce qu'ils se perdent au milieu des fentes et des irrégularités des montagnes; ce sont leurs affleuremens.

Les montagnards qui font métier de chercher des mines ou des filons de cristal aux environs des glaciers, ont acquis une sorte d'habitude, une espèce de tact, qui les leur fait distinguer au premier abord, et quand ils y remarquent des grains de pyrite, de galène, des efflorescences salines, des taches de rouille ou de vert de gris, ce sont des *fleurs* qui les engagent à les attaquer sans délai, et si les recherches et les travaux pénibles de ces hommes intrépides sont souvent infructueux, il est juste de dire qu'ils sont quelquefois suivis des plus heureux résultats : la mine de Cormayeur, en Savoie, en était un exemple.

Les mineurs distinguent plusieurs parties dans les filons. La *tête* ou le *chapeau*, qui se montre au jour et qui les leur fait ordinairement découvrir.

Le *toit :* c'est la partie qui recouvre le filon quand il est incliné.

Le *chevet*, le *mur* ou *lit :* c'est le côté opposé au toit; le filon semble couché ou reposer dessus. Ces deux dernières parties, le *toit* et le *mur*, se distinguent aussi dans les couches inclinées ou horizontales. (Pl. IV, *T M.*)

Les *salbandes* ou *épontes :* ce sont les parois du filon qui touchent au toit et au mur. Elles sont quelquefois lisses et assez polies pour servir de miroir.

Les *détaches* ou *lisières :* ce sont deux filets d'argile grasse et blanchâtre qui forment la séparation entre le filon et la roche; elles se confondent avec les *salbandes.* Les détaches manquent souvent; mais quand elles existent, elles aident infiniment et facilitent le travail en permettant de faire tomber le filon sans attaquer la roche; ce qui diminue toujours la masse des déblais. Les mineurs considèrent les détaches comme de *bonnes marques.*

Enfin, les *poches*, *fours*, *cracques* ou *druses*, sont des cavités qui se rencontrent souvent dans l'épaisseur des filons, et qui sont ordinairement tapissées de substances brillantes et cristallines. Ces poches, qui sont véritablement admirables quand on vient à les ouvrir et qu'elles n'ont pas encore été ternies par la fumée de la poudre et des lampes, existent plus particulièrement dans les

endroits où le filon éprouve un renflement, et comme on a remarqué que ces dilatations sont précédées et suivies d'étranglemens, on a donné aux filons qui sont sujets à ces alternatives, le nom de *filons à chapelet.* (Pl. IV, n.° 2.)

La manière dont les filons se sont remplis nous importe peu; mais cependant il n'est pas sans intérêt d'étudier, ou du moins de remarquer les dépôts successifs qui ont comblé ces énormes fentes. J'en citerai un exemple: j'ai fait attaquer un filon de plomb qui traversait les couches d'une montagne schisteuse, et l'on remarquait sur tous les points où il n'était pas brouillé : 1.° à droite et à gauche, près des *salbandes*, un filet de baryte rouge, ensuite un cordon de pyrite de chaque côté, puis un ruban souvent très-large, composé de baryte rose et de calcaire spathique; et enfin, au milieu, une bande de plomb sulfuré, galène à larges facettes, dont l'épaisseur variait depuis 3 lignes (5 millim.) jusqu'à 15 pouces (42 centimètres), et comme c'était un filon à chapelet, les fours qu'il renfermait étaient grands et nombreux, et on les voyait tapissés de baryte rose et de cristaux du plus beau blanc sans un atome de plomb; ce qui semble prouver que le métal est arrivé le dernier, puisqu'il ne se trouve qu'au centre de la masse, et qu'il n'a pas même pénétré dans les poches où il eût pu cristalliser comme les autres substances qui

lui servent de gangue. J'ai poursuivi ce filon à plus de deux cents pieds au-dessous du sol, et je n'ai cessé de trouver la même association et le même ordre de superposition.

Les filons, qui ne sont que des accidens, sont soumis, comme les couches qu'ils traversent, à des dérangemens qui modifient leur puissance, qui changent *leur allure*, c'est-à-dire leur direction ou leur inclinaison, ou qui appauvrissent le minerai qu'ils produisent.

Nous reviendrons sur ce sujet en parlant des *failles;* mais avant d'aller plus loin, nous devons dire que tout porte à croire que les causes qui ont produit les filons se sont répétées plusieurs fois, puisque nous en trouvons qui sont traversés par d'autres filons de nature toute différente que les premiers. C'est ce que l'on observe surtout dans les filons d'étain, qui sont toujours coupés et qui ne coupent jamais les autres : cela prouve leur antériorité. (Pl. IV, n.os 1 et 3.)

Si l'on admet avec nous et avec la plupart des minéralogistes que les filons ne sont que des fentes remplies, on concevra facilement que ces gîtes accidentels doivent être et sont en effet beaucoup plus susceptibles que les couches, de subir toutes sortes de modifications et de vicissitudes; et, en effet, les accidens qui dérangent les couches proviennent précisément de la cause qui a donné naissance aux filons, et les failles, comme nous

le verrons bientôt, ne sont que des filons stériles. On peut dire d'une manière générale que, quand un filon croiseur dérange un filon réglé, si le mineur arrive par le filon réglé de manière à rencontrer le filon croiseur, il doit ordinairement rechercher le filon rejeté du côté de l'angle obtus que la direction de ce filon forme avec celle du filon croiseur.[1]

Les filons très-minces prennent alors le nom de *veines* ou de *filets*; mais il y a beaucoup de personnes qui appliquent le nom de *filon* à toute espèce de gîte, sans égard aux *couches* et aux *amas*, que l'on ne doit cependant pas confondre avec les *filons*.

On estime la direction d'un filon comme celle d'une couche inclinée; c'est toujours par l'intersection d'un plan horizontal avec sa ligne de plus grande pente. En France, nous désignons ces directions par le nom des points de la boussole par où elle passe : en disant, par exemple, tel filon, telle couche se dirige de l'est à l'ouest, ou du nord au sud, etc.

En Allemagne on les exprime par les heures du jour et de la nuit; et l'on dit, tel filon marche sur midi, sur quatre heures, etc. Nous reviendrons sur ce sujet en parlant de la boussole et de ses usages.

Quant à la puissance réelle d'un filon ou d'une couche, elle se mesure en plaçant une

---

1 Héron de Villefosse, tom. II, pag. 40.

règle à l'équerre avec le toit ou le mur ; sans cette précaution, on risquerait de se tromper, surtout pour les filons très-inclinés.

Il est quelquefois assez difficile de déterminer si tel gîte de minerai est une couche, un filon ou un amas : car un filon peu incliné, et qui se dirige dans le même sens que les assises de la montagne, ressemble beaucoup à une couche, et certains amas dont on n'a pas pu déterminer les limites, ressemblent beaucoup à des filons puissans.

La richesse des filons n'est point aussi constante que celle des couches ; mais en général elle augmente à mesure que l'on parvient à de plus grandes profondeurs : je dis, en général ; car c'est une règle qui n'a malheureusement que trop d'exceptions, et non-seulement il y a des filons qui disparaissent complétement, mais il y en a d'autres chez qui le métal utile se change insensiblement en une substance de non-valeur. Ces changemens sont communs dans certaines parties des Alpes, où le plomb se trouve remplacé par de la blende ou par la pyrite de fer.

Les *gangues*, ou les minéraux divers qui accompagnent ordinairement les minerais, sont peu variées, et elles sont assez constantes dans le même canton : ainsi le quarz aura rempli tous les filons d'une contrée, la baryte aura joué le même rôle ailleurs, et l'on peut en dire autant du calcaire spathique et de la chaux fluatée, qui sont les

quatre principales gangues des minerais précieux.

Il arrive aussi quelquefois qu'il existe dans la même contrée deux espèces de gangues, dont l'une est toujours stérile, tandis que l'autre contient toujours des minerais. En Limousin, par exemple, la plupart des filons de quarz sont stériles, et ceux de baryte sulfatée rouge sont tous plombifères.

Le *stockwerk* est un gîte de minerai qui se compose d'un assemblage d'une infinité de petits filons qui se croisent dans tous les sens, et qui sont tellement multipliés et tellement rapprochés, qu'il faut enlever la masse entière et renoncer à les exploiter isolément. Cette disposition toute particulière appartient presque exclusivement aux minerais d'étain; mais elle passe insensiblement aux gîtes des minerais en masse, dont nous parlerons bientôt et qui sont communs à plusieurs minerais; ce sont des masses entrelacées. (Pl. V, n.° 1.)

Les filons, les veines et les stockwerks, qui n'en sont que de simples modifications, se trouvent le plus ordinairement dans les terrains anciens, dans les granits, les gneiss, les porphyres, les schistes primitifs, les grauwackes; mais on en rencontre aussi dans les terrains houillers et même dans les calcaires secondaires.

On a cru que les filons affectaient une espèce de parallélisme général; mais il s'est trouvé tant d'exceptions à cette règle, que

l'on a dû y renoncer, tout en remarquant cependant que la plupart d'entre eux se dirigent en effet de l'ouest à l'est. Cette régularité, observée par Genetté pour les filons d'Europe, et particulièrement pour ceux du Hartz, du pays de Mansfeld, de la Misnie, de la Bohême, de la Hongrie et de la Transylvanie, a été confirmée depuis d'une manière plus ou moins complète, relativement à nos mines d'Europe, et a reçu un nouveau poids des observations de M. de Humboldt, pour les mines du Mexique et du Pérou.

A l'appui de tout ce qui a été dit sur la nature des filons, sur celle des roches qu'ils traversent, sur leur puissance et leur développement, nous citerons quelques exemples plus ou moins saillans, et nous dirons :

Que notre filon de plomb de Poullaouen en Bretagne traverse une roche schisteuse ; qu'il a été reconnu sur une longueur d'environ 300 mètres et de 150 mètres de profondeur ;

Que c'est principalement dans le gneiss, le schiste argileux, le schiste primitif ou de transition que gissent les filons du Hartz et du Erzgebirge en Saxe [1] ;

Que le filon d'argent de *Guanaxuato*, le plus riche de toute l'Amérique et par conséquent du monde entier, traverse le schiste primitif, qu'il a une puissance de 40 à 45 mè-

1 Richesse minérale, tom. II, pl. 7.

tres, et qu'il est exploité sur une étendue de plus de 12,700 mètres (3 lieues); que c'est encore cette même roche qui renferme les richesses du Potosi;

Que le fameux filon aurifère de *Villapando*, voisin du précédent, traverse une roche porphyritique, et que la principale branche de ce gîte est traversée par un grand nombre de petits filons pourris, d'une si grande richesse, que l'on force les mineurs, lorsqu'ils sortent presque nus de la mine, à se laver dans une grande cuve;

Que le filon d'argent de la *Vetanegra*, qui a donné dans l'espace de quelques mois un produit réel de plus de 20 millions, se trouve dans une pierre calcaire compacte; que ce filon s'est soutenu sans ramifications et avec une puissance constante de 7 mètres depuis la surface de la terre jusqu'à la profondeur de 170 mètres, et qu'à ce point il s'est divisé en trois rameaux, dont la puissance réunie atteignait jusqu'à 60 mètres du toit au mur;

Que les célèbres filons d'argent de *Tasco* au Mexique traversent des couches de calcaire alpin et jurassique, et qu'il en est de même des filons argentifères du Pérou;

Que les filons de Freyberg en Saxe et de Clausthal, qui sont fort célèbres, sans qu'ils approchent cependant de l'importance de ceux dont nous venons de parler, traversent des montagnes de grauwackes, de gneiss et de granit;

Que l'or se trouve ordinairement dans les filons de quarz qui traversent les montagnes primitives;

Que notre mine d'argent d'Allemont près Grenoble, qui a donné d'assez beaux produits pendant quelques années, était tellement divisée, qu'on pouvait la considérer comme un véritable stockwerk;

Enfin, que les stockwerks qui forment la plupart des mines d'étain du *Cornouailles*, sont dans le granit ou dans une espèce de porphyre, nommé *elvan* par les mineurs du pays.

Les *amas* formés par certains minerais dans le sein de la terre, semblent devoir leur origine à des cavernes qui auraient été remplies après coup par des matières tout-à-fait étrangères à la nature des couches dont les montagnes sont formées. Mais cette explication, toute simple et toute naturelle en apparence, n'est point à l'abri de plusieurs objections, surtout à l'égard des amas ou rognons qui ne paraissent point avoir de communications avec la surface de la terre, et qui sont isolés au milieu des couches qui les entourent de toutes parts. (Pl. V, n.° 2.)

Il y a des amas qui se montrent à la surface de la terre, et qui ont été découverts à l'aide des affleuremens, comme cela a lieu à l'égard des filons et des couches; mais il en existe aussi qui sont enfermés de toutes parts, qui ne s'annoncent par aucun signe extérieur,

en sorte qu'il n'y a que le hasard qui puisse les faire découvrir; et il en est de même lorsqu'on a épuisé l'un de ces amas souterrains et que l'on cherche à en joindre un autre; on n'a aucun guide, aucune donnée; on *pousse* des galeries à travers les couches, on *fonce* des puits de place en place, et l'on est exposé à passer en deçà ou au-delà de ce que l'on cherche.

Les amas ne présentent ni toit, ni mur, ni toutes ces parties accessoires qui caractérisent les filons. Cependant il n'est pas toujours aisé de déterminer, ainsi que je l'ai déjà dit, si tel gîte est un amas, une couche ou un filon puissant; les avis sont encore partagés au sujet de la mine de cuivre de Chessy.

On voit que je ne confonds pas les amas avec les *stockwerks;* mais quant aux nids et aux rognons, ils ne sont réellement que des diminutifs d'amas : ils sont à ces grandes masses isolées ce que les veinules et les lits sont aux filons et aux couches. Je dois cependant ajouter que dans bien des circonstances les rognons paraissent être contemporains des roches qui les contiennent; ce qui est beaucoup moins probable pour les amas d'une certaine étendue.

Des failles, barres, rétrécissemens, renflemens et brouillages.

Parmi les nombreux accidens qui dérangent si souvent les couches et les filons, dont

nous extrayons journellement les substances les plus utiles à nos besoins et à notre industrie, les *failles* ou *barres* sont ceux dont il est le plus important de connaître l'allure et l'étendue. Nous dirons donc, mais d'une manière générale, que toute *faille* ou *barre* peut être considérée comme n'étant autre chose qu'une fente qui se sera remplie d'une substance de non-valeur, qui interrompt et dérange la couche ou le filon que l'on exploite; que la rencontre des failles est d'autant plus malheureuse, que non-seulement on est obligé de traverser une masse pierreuse stérile et souvent fort dure, mais qu'il arrive presque toujours que la couche que l'on poursuit ne se retrouve pas immédiatement après avoir traversé la faille, et qu'il faut tantôt la chercher au-dessus de la tête, et tantôt sous les pieds. Nous avons dit, en parlant des filons, qu'ils étaient quelquefois coupés par d'autres filons d'une formation postérieure à la leur, qui les dérangent, les appauvrissent et jettent au moins un désordre momentané dans les travaux; mais les failles et les autres accidens qui sont si communs dans les couches de houille ayant une tout autre importance que ceux des filons, nous croyons qu'il est convenable et même essentiel que nous nous en occupions d'une manière spéciale : cependant je m'empresse d'avertir que la base de cet important paragraphe appartient en entier à M. Duhamel, con-

seiller des mines; que son beau travail sur les houillères en général m'a laissé fort peu de choses nouvelles à y ajouter, et que j'ai respecté jusqu'à ses propres expressions; car elles sont presque toujours le cachet d'un savant praticien[1]. Je dirai donc avec lui que les accidens que peuvent éprouver les veines de houille sont de plusieurs espèces :

1.° Elles peuvent faire un angle dans leur pente, soit en s'enfonçant en terre, soit en se relevant au jour, ou former, en se courbant, une *jatte*, une *selle*, un *bateau*, un *cul de chaudron*, un V ou un *chevron*, etc. (Pl. I.)

2.° La houille peut être interrompue sans que la couche qui la renferme ait changé de pente ni de direction. (Pl. III, n.° 1.)

3.° Les veines de houille peuvent être coupées par un rocher, sans changer de pente ni de direction (Pl. II, n.° 7), mais elles peuvent être chacune dans un plan différent.

4.° Elles peuvent changer de direction ou garder la leur, et être rejetées sur le côté par un obstacle étranger aux dépôts secondaires par une montagne primitive, formant une espèce de cap dans la vallée (Pl. III, n.° 4) considérée en plan.

5.° Elles peuvent être interrompues par l'inclinaison du toit sur le mur, ou par le relèvement du mur vers le toit. (Pl. III, n.° 2.)

---

1 Mémoire sur la houille, couronné par l'Académie des sciences en 1793, imprimé par extrait dans le tome II du Journal des mines, n.° 7.

6.° Elles peuvent être interrompues dans leur direction et sur toute leur hauteur par une ligne oblique à l'horizon.

7.° Elles peuvent être divisées dans leur épaisseur pendant quelques toises par une roche intermédiaire. (Pl. II, n.° 1.)

Lorsqu'une couche de houille fait un ressaut ou éprouve une ou plusieurs inflexions, on remarque que son toit, son mur et toutes les couches de la montagne qui en sont voisines, éprouvent les mêmes accidens. (Pl. I, II, III.)

L'inflexion peut être plus ou moins brusque, les angles plus ou moins aigus; mais ils ne peuvent cependant avoir que deux situations, soit de tourner l'angle vers le jour, soit de le tourner vers la terre. (Pl. I.re)

Dans l'un et l'autre cas, la couche semble brisée; mais dans le premier, les branches ou les côtés de l'angle se dirigent en bas (n.° 1) comme un chevron, et dans l'autre ils se dirigent en haut (n.° 2), de sorte que, si l'on exploite la couche dont l'angle est tourné en bas, on commencera par le suivre en descendant, et arrivé à l'angle, on se courbera pour se relever vers le jour et former la seconde branche, de manière que, si l'on a dépassé le coude, on perdra la couche en croyant qu'elle n'existe plus. Si, au contraire, on a observé attentivement ce qui s'est passé un peu avant la disparition de la couche, on aura vu que les feuillets de la houille se sont

courbés, ce qui indique un changement de direction, et pour éviter ce point de brouillage, il conviendra de se reporter en arrière, et de chasser une galerie perpendiculairement au toit, afin de rentrer dans la couche le plus promptement possible. L'inspection de la figure dit assez qu'il faudra faire le même travail en sens inverse pour retrouver la couche, dans le cas où le coude serait tourné vers le jour.

Si une couche est interrompue sans que son toit et son mur aient changé de direction ni d'inclinaison, ce n'est qu'une solution de continuité, une interruption de la houille (Pl. III, n.° 1) remplacée par de l'argile, du schiste ou du grès, et il ne faut point s'en effrayer, mais suivre avec soin le mur qui doit servir de guide et reconduire à la couche que l'on ne peut tarder à retrouver; c'est ce que Berthout appelait *une fausse faille.*

Si une couche est coupée par un rocher de nature quelconque, l'on cherchera à connaître sa position le mieux qu'il sera possible; il se présentera sous l'aspect d'un mur droit ou incliné, par rapport à la direction de la couche. (Pl. II, n.° 7.) Dans tous les cas il faudra le traverser par le plus court chemin; mais, arrivé de l'autre côté, on ne trouvera pas toujours la couche à la même hauteur où on l'a perdue; cela arrive quelquefois cependant, mais ordinairement il faut la chercher au-dessus ou au-dessous, et c'est

dans ce cas que la connaissance des roches environnantes, et surtout du toit et du mur, sont d'un grand secours. L'on peut cependant donner une espèce de règle pour retrouver les couches au-delà de la faille, et dire que *si l'on remarque, au moment où l'on trouve la faille, qu'elle s'éloigne de la couche en s'enfonçant, il faudra, après avoir dépassé cette faille, chercher la couche sous les pieds, et que si, au contraire, la faille s'enfonce en passant sous les pieds, il faudra chercher le prolongement de la couche au-dessus de la tête;* ou en d'autres termes, que si l'on atteint la faille en montant, le prolongement de la couche de l'autre côté de la faille ira en montant, et que si l'on a trouvé la faille en descendant, c'est aussi en descendant qu'il faudra chercher le prolongement de la couche perdue.[1]

Plus la couche est inclinée à l'horizon, plus elle s'approche de la perpendiculaire, et moins elle est dérangée. Il ne faut point remonter ou redescendre en suivant les parois de la faille pour retrouver la couche. L'expérience a appris que le charbon est toujours de très-médiocre qualité aux approches d'une faille; cette détérioration est même un indice, une sorte d'avant-coureur des failles: aussi vaut-il mieux chasser une galerie horizontale à

---

1 Théorie des failles, de Struve et Berthout, Journal des mines, n.° 13.

travers la faille et faire ensuite, quand on en a dépassé quelques mètres, une cheminée ou un puits pour rentrer en bonne couche. (Pl. II, n.° 7.) Il arrive quelquefois que les failles sont elles-mêmes brisées ou contournées; alors il n'y a que l'examen attentif des roches qui puisse guider, mais heureusement ce double accident est assez rare.

Si une veine est interrompue par un obstacle étranger aux accidens qui ont dérangé les couches postérieurement à leur formation, par exemple, par une montagne primitive qui fait saillie dans la vallée où se sont formées les couches de houille, il faut avoir recours aux observations extérieures, ne point s'entêter à vouloir poursuivre les traces de la couche dont on regrette la richesse ou la puissance; car pour l'ordinaire tout est brouillé, mêlé et confondu; il n'est plus question de ce mur et de ce toit qui sont si précieux pour le mineur: on ne trouve rien en place, le terrain est bouleversé, les couches sont contournées et semblent entourer des blocs arrondis de grès ou de minerai de fer, mêlés à du schiste, qui paraissent se pénétrer et se croiser dans toutes sortes de directions. Au milieu de tout ce désordre, on voit quelques blocs de houille isolés et sans suite, et si un pareil état de choses se présentait au jour, il faudrait bien se garder de choisir un tel point pour y placer un travail de recherches : c'est ce que l'on appelle un

brouillage. Ce mode de dérangement a existé aux mines de Fins, département de l'Allier, et se trouve parfaitement décrit dans le savant Mémoire de M. Duhamel. Là c'est une montagne de porphyre qui s'avance dans la vallée et qui fit perdre, pendant un long espace, la belle couche que l'on avait exploitée sur plus de 600 toises de longueur. (Pl. III, n.° 4, considéré en plan.)

Si la montagne dont il est ici question, au lieu d'étrangler la vallée, formait l'angle à l'endroit où cette même vallée changerait de direction, il est plus que probable que ce serait aussi dans cette nouvelle direction qu'il faudrait chercher le prolongement de la couche qu'on aurait perdue; car il est assez constant que les couches de houille suivent la direction des vallées et leurs différens détours.

L'on voit souvent que le mur se relève vers le toit ou que le toit s'abaisse sur le mur, le tout aux dépens de l'épaisseur de la couche, qui se trouve étranglée et amincie dans ces places (Pl. III, n.° 2), de telle sorte qu'il n'en reste quelquefois qu'un filet, qui suffit cependant pour servir de guide et conduire le mineur en bonne couche. Ce filet est ordinairement accolé à la paroi qui n'a pas contribué au désordre. Aux mines du Lardin (Dordogne) ce n'est jamais le toit qui étrangle la couche, c'est toujours le mur. Il arrive aussi que les couches éprouvent des *renflemens*,

comme les filons; mais on ne se plaint jamais de cet accident, qui est cependant un désordre.

Une couche peut être coupée dans toute sa hauteur, suivant une ligne oblique, par une roche qui n'a point le caractère d'une faille, et dans ce cas on doit supposer que cet obstacle n'est autre chose que la paroi du bassin dans lequel la houille et toutes les roches qui constituent le terrain houiller se sont déposées. M. Duhamel, qui a observé cet accident dans la mine de Saint-George en Anjou, ne conseille pas de tenter de percer l'obstacle, et il a grandement raison.

Il est très-ordinaire de voir une couche divisée en deux dans le sens de son épaisseur, par une veine pierreuse ou schisteuse qui a la forme d'un coin ou d'une amande très-alongée. (Pl. II, n.° 1.) Cet accident n'a rien d'inquiétant, car il ne fait jamais perdre entièrement la couche, et il est toujours aisé de la retrouver, pour peu que l'on apporte d'attention dans la conduite de l'ouvrage.

Enfin, les couches de houille sont tellement repliées quelquefois sur elles-mêmes et à plusieurs reprises, qu'il arrive qu'en fonçant un puits on peut recouper plusieurs fois la même couche; mais on s'en aperçoit par l'examen attentif du toit et du mur, qui se rencontrent alors dans un ordre inverse. (Pl. I, n.° 1.)

Les *coufflées* ou les failles proprement dites

sont quelquefois, comme les filons, d'une étendue considérable.

Les *dykes* du bassin houiller du sud du pays de Galles en Angleterre, sont des failles gigantesques qui courent généralement du nord au sud, et qui relèvent ou rejettent les couches de 50 à 100 toises. Elles sont ordinairement remplies d'argile; on en cite une dont la puissance est de plusieurs toises, qui est remplie de fragmens de roches environnantes brisées, et qui occasionne un changement de niveau de 240 pieds dans les différentes couches du terrain houiller.[1]

Quant aux blocs de grès ou de minerai de fer que l'on rencontre souvent dans les amas de houille ou dans les couches épaisses, on ne peut pas les considérer comme étant des failles; car il est toujours facile de les tourner sans sortir de la houille, ou de les traverser s'ils ont peu d'étendue. Ce sont cependant des blocs multipliés de minerai de fer que l'on nomme *perra fita* dans l'Aveyron, qui ont contribué à augmenter le désordre qui régnait dans les exploitations de ce riche bassin houiller.

On a remarqué qu'à l'approche des failles la houille éprouvait des changemens qui en détériorent la qualité. Elle commence assez souvent par s'iriser, c'est le premier degré d'altération; puis elle devient friable, moins

1 Voy. Métal. en Angl., Dufrenoy et de Beaumont, p. 405.

combustible, perd son éclat et passe, en approchant de la faille, à une substance terne et argileuse, qui devient grisâtre quand on l'écrase entre les doigts. C'est quand on est en présence du danger que l'on sent plus que jamais l'importance des précautions que l'on a prescrites : aussi c'est ici que je veux recommander plus que jamais de former la collection des roches que l'on traverse en fonçant un puits; d'en dresser un catalogue raisonné, d'exprimer leur épaisseur moyenne, de garder note de tous les accidens qu'elles présentent, et cela non-seulement sur le journal, mais sur des étiquettes collées sur chaque échantillon, qui doit être choisi et cassé avec soin, et porter un numéro d'ordre. La connaissance parfaite du toit et du mur peut faire éviter des écarts dangereux, et ce sont deux *lisières* que l'on ne doit jamais perdre de vue. Il est extrêmement rare qu'ils n'offrent pas de différences assez notables pour qu'il ne soit pas toujours aisé de les distinguer l'un de l'autre. A l'appui de tout ce qui vient d'être dit sur tous les accidens qui dérangent ou interrompent la marche des filons et des couches, nous citerons quelques exemples plus ou moins connus.

Nous avons déjà parlé des *dykes* ou grandes failles du pays de Galles. Celles de Newcastle ne sont pas moins remarquables, car on en cite une, connue sous le nom de *ninety-fathoms-dyke*, qui traverse le dépôt houiller de

l'est à l'ouest, en produisant un abaissement dans les couches, du côté du nord, de 166 mètres.

Le dyke de Coley-Hill est exploité comme carrière de pavé, et la houille qui est en contact avec lui, est convertie en coak, ce qui a fait penser que la roche qui le compose a été fluide et d'origine ignée : le dyke de Trockloy offre le même phénomène. (Dufrenoy.)

§. 3.

Exploration de la surface. Recherche des minerais, des combustibles et des eaux par tranchées, par galeries, puits et sondages.

Avant d'entreprendre aucune excavation, aucun travail de recherche, il est tout naturel de penser que l'on a parcouru le terrain et qu'on en a exploré toute la surface; nous ferons donc précéder ce que nous avons à dire sur les différens moyens d'exécuter des recherches souterraines, par quelques avis sur l'art d'explorer la surface d'une contrée; opération sur laquelle on doit revenir souvent, qu'un seul voyage ne peut achever, qui exige que l'on revoie les mêmes points à plusieurs reprises, qu'on les trace sur une carte détaillée, que l'on s'aide de la boussole, et qui suppose surtout que l'on a parfaitement présent à l'esprit ce qui a été dit sur les in-

dices et sur les différens degrés de confiance que l'on doit accorder à chacun d'eux.

Les torrens sont de puissans auxiliaires pour les personnes qui se livrent à la recherche des mines; car ces cours d'eau qui deviennent impétueux plusieurs fois par an, nous apportent la collection complète de toutes les roches qui constituent les montagnes qu'ils sillonnent, et il suffit d'étudier les cailloux roulés qu'ils charient et qui sont presque polis, pour prendre une idée non-seulement des roches de la contrée, mais aussi des substances accidentelles qui s'y rencontrent. Il est certain, par exemple, que si l'on vient à trouver de la baryte ou de la chaux fluatée parmi les cailloux roulés de roches granitoïdes; il est certain, dis-je, que ces deux substances appartiennent à un ou plusieurs filons, et qu'en remontant le torrent et tous ses affluens, on s'apercevra que les cailloux de ces deux substances deviendront plus gros, plus nombreux et moins arrondis, à mesure que l'on approchera des filons qui les contiennent, et avec un peu de persévérance on ne pourra manquer d'arriver au point où ces deux gangues ordinaires des minerais précieux sont en place.

Telle est la meilleure manière d'aller à la recherche des filons dans les montagnes de moyenne élévation; car le hasard seul peut faire découvrir, comme nous l'avons déjà dit, ceux qui sont cachés sous les terrains couverts

ou cultivés, et il faut laisser aux chasseurs de chamois le soin d'aller à la découverte des filons dont les débris sont chariés par les glaciers et déposés sur leurs moraines.

RECHERCHES DE LA HOUILLE.

La houille est la seule substance minérale utile dont la présence nous soit annoncée par des roches et des fossiles constans : nous les avons indiqués dans le paragraphe précédent; il ne s'agit plus que d'en faire l'application, et pour cela nous ne pouvons mieux faire que de laisser parler M. Duhamel lui-même.

« Je crois avoir démontré, dit-il, que les pays antiques ont un rapport constant avec les couches secondaires dans lesquelles la houille est renfermée; que ce fossile est déposé sur le flanc des montagnes primitives, ou dans les bassins formés par leurs chaînes; que ces bassins communiquent toujours ensemble, et qu'on peut les diviser en trois espèces :

« Vallée principale;

« Vallée latérale;

« Vallon transversal.

« Les houilles sont quelquefois recouvertes par une épaisseur plus ou moins considérable de dépôts qui leur sont étrangers; ces dépôts sont ordinairement dans les parties basses des vallées latérales et principales, tandis que les roches qui renferment de la houille se pré-

sentent ordinairement à nu dans les parties les plus élevées des vallées.

« Beaucoup d'exemples prouvent qu'il est plus ordinaire de trouver de la houille dans les vallées latérales que dans la principale, qui, étant toujours plus basse, est quelquefois recouverte, comme nous venons de le dire, de dépôts étrangers à la houille, qui ne permettent pas que l'on voie ce fossile à découvert.

« Ces notions, jointes à la connaissance des roches qui accompagnent toujours la houille proprement dite, les grès et les schistes, servent de guide dans l'exploration d'un terrain où l'on cherche de la houille.

« On remontera toutes les vallées latérales et leurs plus petits embranchemens, jusqu'à la partie la plus élevée où le vallon se termine par la réunion de ses côtés.

« On examinera dans ce trajet toutes les natures de pierres que l'on rencontrera; on tiendra note de leurs qualités, de leur organisation, etc.

« On fera ensuite plusieurs courses transversalement à la vallée, et l'on examinera avec la plus grande attention les variétés des couches que l'on traversera.

« On n'affectera aucune route battue; on suivra les chemins creux, les ravins; on visitera les carrières, les puits, et enfin tous les endroits où l'on pourra voir la roche à nu.

« On détachera des échantillons de toutes

les variétés les plus remarquables; on numérotera chaque échantillon; l'on notera la direction et la pente qu'affecte chaque couche à laquelle il appartient; mais afin de pouvoir le rapporter sur une carte, il faudra nécessairement se munir d'un instrument quelconque; la boussole ou le bâton d'arpenteur suffit, pour mesurer l'angle que fait le point que l'on veut déterminer avec deux points connus et déjà marqués sur la carte.

« Un objet bien essentiel pour la recherche de la houille et des filons métalliques, c'est de suivre le plus strictement possible la ligne de jonction des pays secondaires avec les pays antiques, et de la figurer sur la carte avec tous ses contours. Je dis que cela convient autant pour la recherche des filons que pour celle de la houille, parce que l'expérience a prouvé que les filons se trouvent plus particulièrement vers les confins de deux terrains différens.

« Cette exploration générale étant faite, on doit avoir acquis une connaissance parfaite de la vallée, de tous ses embranchemens, et savoir quels sont les bancs supérieurs et inférieurs, quelles sont leur direction et leur inclinaison, quelles sont leurs variétés et quels sont les points sur lesquels on a rencontré des grès et des schistes. Ce sont ces points que l'on devra réexaminer de nouveau avec toute l'attention possible, et si l'on y remarque quelques couches ou lits de schiste noir pourri,

on fera gratter avec un pic, afin de bien examiner la roche qui le couvre et celle sur laquelle il repose. S'il est encaissé régulièrement entre deux lits bien parallèles, s'il se présente sous l'aspect d'une terre grise ou bleuâtre et renferme des noyaux plus ou moins gros de minerai de fer (fer carbonaté) gris ou couleur de rouille; si ce schiste a l'aspect d'une ardoise altérée ou d'une terre noire feuilletée ou micacée; s'il renferme de petits points noirs qui craquent sous la dent sans se dissoudre dans la salive, il y a lieu de croire que l'on trouvera du charbon sur ce point-là, et l'on pourra y faire des travaux de recherches.

« Au contraire, lorsqu'on trouve des schistes pourris sur une grande étendue et sans forme ni direction déterminée; lorsque leurs lits sont arqués, que leur pente est en plusieurs sens; lorsqu'ils présentent de grandes masses enroulées, c'est une preuve que les dépôts se sont faits dans cet endroit d'une manière confuse, et il serait imprudent d'y faire des recherches dispendieuses. » Combien de fois cependant ces veines noires de schistes et même de houille, qui courent çà et là à travers des grès et des minerais de fer, n'ont-ils pas induit en erreur les personnes qui n'ont aucunes notions sur la manière d'être des couches de combustibles? Le voisinage de la surface de la terre paraît surtout fort séduisant; car presque tous ceux qui n'entendent rien aux mines ne manquent jamais de faire

valoir cette circonstance; il ne faut que gratter la terre, disent-ils; il y en a des montagnes entières, disent les autres; tout le pays est de charbon, etc. Méfiez-vous de tous ces rapports exagérés, de toutes ces assertions fausses. Sans doute il y a des affleuremens qui viennent à la surface de la terre; il y a des contrées où le charbon est excessivement abondant; mais ces affleuremens doivent avoir un caractère de suite et de régularité sans lequel on doit se garder de les attaquer. Je connais une concession de 37 kilomètres carrés où l'on n'a pu placer raisonnablement que quatre points d'attaque; tous les autres prétendus affleuremens ne sont que des brouillages insignifians.

L'art des mines n'est pas plus difficile qu'un autre; mais il ne se devine pas, et il faut se donner la peine de l'étudier pour le connaître. On peut donc se défier des assertions d'un homme qui lui est tout-à-fait étranger, ou qui ne l'a étudié que dans les livres; car c'est sur place, dans les montagnes et sur les travaux mêmes que l'on apprend à connaître les mines, que l'on apprend à distinguer les vrais et les faux indices, les vrais et les faux affleuremens.

Les *lignites* ou les charbons analogues à ceux de la Provence se trouvent dans les terrains calcaires; dans le bassin qui est compris depuis les environs d'Aix jusqu'à Marseille, les lignites sont situés au pied des montagnes

calcaires analogues à celles du Jura; ils sont renfermés dans les collines contiguës et très-subordonnées aux chaînes principales qui les entourent; mais en général ils y sont disséminés avec ordre et régularité.

A la première couche de terre argileuse succèdent des lits d'un calcaire fétide de formation d'eau douce; viennent ensuite d'autres lits de terre plus ou moins argileuse, qui reposent à leur tour sur d'autres lits inclinés de calcaire, et cette succession se continue ainsi jusqu'au moment où l'on voit paraître les premiers affleuremens de lignites, qui sont immédiatement recouverts par des argiles schisteuses d'un noir bleuâtre, contenant une très-grande quantité de moules et de cames d'eau douce, des *unios* et des *cyclades*, ainsi qu'une infinité de coquilles univalves à spire alongée, qui ressemblent à des *potamides*.

Le banc qui contient cette multitude de cyclades est connu dans le pays sous le nom de *clovissoi*, et recouvre le lignite immédiatement.

Souvent ce combustible particulier se montre au jour sous la forme d'une argile bitumineuse, que l'on nomme *terreuse*, qui ne tarde point à se changer en véritable lignite susceptible d'être employé dans les arts et dans les foyers domestiques.

En général, les montagnes calcaires qui renferment les lignites, sont dominées par des montagnes plus élevées, de formation anté-

rieure, et qui influent probablement sur les couches de lignites, comme les montagnes granitiques influent sur les couches de houille. Il faut donc suivre à peu près la même marche pour l'exploration de ces terrains que pour ceux qui peuvent contenir de la houille, et il faudra s'attacher plus particulièrement aux points où les dits calcaires deviennent plus feuilletés, plus noirs, plus friables, et qui répandent une odeur animale plus forte et mieux prononcée.

RECHERCHES DE LA TOURBE.

Quant aux *tourbes*, c'est principalement dans les lieux bas et marécageux, dans les vallées où il existe un courant d'eau et dont le fond paraît parfaitement nivelé, que l'on peut espérer de rencontrer ce combustible. Une espèce de souplesse, une élasticité très-sensible sous le pied, sont encore des signes assez certains de sa présence. Mais comme les tourbes marécageuses ne se trouvent jamais à de grandes profondeurs, la tarière est le moyen le plus certain de s'assurer de sa présence, et l'on ne doit pas balancer à en faire usage, parce qu'elle ne peut entraîner à aucuns frais notables.

Il existe aussi de la tourbe dans les pays de montagnes, et même à une assez grande hauteur; mais ce n'est jamais que sur les plateaux, dans les vallons et dans les bassins plus ou

moins spacieux que l'on peut espérer d'en rencontrer.

On consultera avec le plus grand fruit l'ouvrage de *Lambreville*, sur les tourbières de France, où cet auteur cite toutes les vallées et toutes les rivières où il a été appelé à reconnaître ce combustible. Il en sera de même d'un bon mémoire de M. *Blavier*, inséré dans le n.° 2 du Journal des mines, où l'auteur cite non-seulement un très-grand nombre des tourbières de France, mais où il indique aussi les différens avantages qui résultent de l'emploi de ce combustible, qui, pour être moins brillant que le bois et la houille, n'en est pas moins utile et précieux.

RECHERCHE DES EAUX.

La recherche des eaux en général est soumise à la connaissance géologique et locale du lieu que l'on veut explorer sous ce point de vue d'utilité publique. Il existe beaucoup de contrées où l'on est certain, en perçant un puits, de trouver à telle ou telle profondeur ce que l'on appelle la *lame* ou nappe d'eau. Il y en a d'autres, au contraire, où l'on a dû renoncer à l'établissement des puits domestiques ; mais, en général, on ne peut guères creuser quinze à vingt mètres, sans rencontrer, dans les vallées et les plaines surtout, des sources assez abondantes pour entretenir une certaine quantité d'eau dans un puits domestique. Je dis, en général, parce qu'il y

a des pays où l'on est tout-à-fait privé de cet avantage.

Dans une ville, par exemple, où les puits sont très-rapprochés, on peut creuser à coup sûr; car, à moins d'une cause accidentelle, on ne saurait manquer de rencontrer la même source qui alimente tous les puits qui vous entourent, et la correspondance est si bien établie entre tous les puits d'un même quartier, qu'ils tarissent tous en même temps lors des grandes sécheresses. Il est donc beaucoup plus chanceux de faire percer un puits isolé, que d'en faire exécuter un dans le voisinage d'autres puits. Mais les travaux de mines n'ont que trop bien prouvé qu'il existe dans l'intérieur de la terre une foule de petits cours d'eau qui suivent des voies souterraines, et qu'il est bien rare de faire un percement quelconque sans en recouper quelques-uns.

Dans les terrains secondaires, qui sont formés de couches régulièrement superposées, et mieux encore dans les terrains tertiaires de formation plus moderne, il arrive souvent, comme aux environs de Paris, que l'on trouve un cours d'eau assez considérable immédiatement au-dessous d'une couche d'argile, qui le recouvre et l'empêche de se disséminer dans les couches supérieures, en sorte que, du moment où l'on atteint cette couche, on est certain de trouver l'eau au-dessous. On a profité de cette circonstance, dont l'effet est de maintenir l'eau au-dessous du niveau qu'elle

prendrait naturellement, si elle n'était comprimée, pour ramener des sources souterraines à la surface de la terre, et c'est sur ce principe, ou pour mieux dire, sur l'observation constante de ce fait, que sont fondés les *puits artésiens*, dont nous donnerons une idée à la fin de ce chapitre.

La présence des eaux souterraines ne se manifeste point à l'extérieur, quand elles coulent à une certaine profondeur au-dessous de la couche de terre végétale ; mais cependant, pour peu que l'on ait observé la nature, on pourra déterminer assez bien dans quelle situation il conviendra d'en faire la recherche. Le hasard fait trouver les eaux thermales. C'est une place où l'on remarque que la neige ne tient pas, où la végétation est plus précoce; c'est une légère fumée qui se manifeste en hiver, et une foule de petites circonstances que l'on conçoit et qu'il serait inutile d'énumérer. Quant aux eaux salées, comme elles déposent ordinairement des particules de sel aux environs du point où elles se font jour, les animaux, qui ont les sens beaucoup plus fins que nous, sentent de loin cette espèce d'appât, se précipitent dessus avec avidité, et nous montrent ainsi ce que nous aurions pu ignorer encore pendant des siècles. On assure que plusieurs sources salées ont été découvertes ainsi par des moutons et des chèvres, qui sont avides de sel, comme la plupart des oiseaux que

l'on voit becqueter les pierres salées ou salpétrées. C'est au reste dans les terrains gypseux qui contiennent eux-mêmes les dépôts de sel gemme, que l'on peut espérer de rencontrer des sources salées, qui sont à leur tour l'un des meilleurs indices de la présence du sel gemme. Les eaux purgatives ne sont annoncées par aucun signe extérieur constant; il en existe dans toute espèce de terrains.

Les eaux de Barège, de Bagnères-Luchon, de Cauteret, les eaux Bonnes, celles d'Aix, de Vic et de Chaudes-Aigues en Auvergne, de Vals en Vivarais, de Carlsbad en Bohème, d'Acqui en Piémont, sortent de terrains primitifs, du granite, etc.

Les eaux de Vichy en Bourbonnais, de Cransac d'Aveyron, de Bath et de Bristol en Angleterre, d'Aix-la-Chapelle et de Spa en Allemagne, sortent de terrains calcaires anciens et du terrain houiller.

Les eaux de Plombières dans les Vosges sortent de dessous le grès psammite rouge; celles de Bourbonne-les-Bains, du calcaire jurassique; de Forges en Normandie, de dessus la craie; celles des Monts-d'Or, d'un terrain volcanisé, ainsi que presque toutes celles de l'Auvergne, etc. [1]

---

1 Dictionnaire des sciences naturelles, art. *Eau*.

TRAVAUX DE RECHERCHE.

Les travaux de recherche ne sont pas partout les mêmes : une couche ne s'attaque point comme un filon; la plaine et la montagne exigent des travaux différens, et ce sont les circonstances locales qui déterminent tel ou tel travail.

Si, par exemple, on a découvert dans la berge ou le lit d'un ruisseau qui coule dans une prairie, quelques indices d'une couche de tourbe, il suffira, pour s'assurer de son épaisseur et de son étendue, de faire faire des trous de distance en distance, dans toutes les parties de la prairie, soit tout simplement avec la bêche, soit avec une tarière analogue à celle dont on fait usage pour élargir les corps de pompe ou le moyeu des roues. On trouvera donc cet outil chez les pompiers et chez les charrons; car, n'ayant à traverser que des substances tendres ou friables, il ne faut point avoir recours à la sonde de mineur, dont nous parlerons bientôt. Si, après avoir déterminé l'épaisseur et l'étendue de cette couche de tourbe, on tient à s'en procurer quelques charretées pour essai, on devra faire une tranchée longue et étroite, et la disposer de manière à ce qu'elle serve de saignée à la prairie, afin que, s'il arrive que l'on ne donne point de suite à cette recherche, le travail que l'on aura fait tourne à l'avantage et à l'amélioration de la surface;

car il faut bien se garder de froisser et de détériorer la propriété territoriale, cette mère de la patrie, qui est d'un tout autre intérêt et d'une tout autre importance que l'industrie minérale. Ne perdons jamais de vue cette grande vérité, et avant de bouleverser un champ, d'arracher une vigne et d'abattre un arbre en plein rapport, examinons avec soin s'il n'y aurait pas moyen d'éviter tous ces dégâts, qui, bien que payés au propriétaire ou au fermier, n'en tournent pas moins au préjudice de la masse des consommateurs.

La recherche par tranchée est la plus simple et la moins coûteuse; mais aussi elle apprend fort peu de chose pour tout autre minerai que la tourbe. Cependant il devient quelquefois nécessaire de la pratiquer dans les pays de plaines où la direction des couches est cachée par la culture. Dès-lors il suffit ordinairement de deux fossés qui se croisent sous un certain angle qui varie avec l'inclinaison des couches, pour acquérir la connaissance de leurs pentes et de leur direction; données qui sont indispensables au placement d'un puits de recherche. Afin d'éviter les indemnités et de faire moins de dommages, je conseille de jeter la terre végétale sur l'un des bords du fossé et les déblais sur le côté opposé; de cette manière, quand on en reviendra à combler les tranchées, on pourra jeter les déblais au fond, la bonne

terre en dessus, et l'on n'aura fait aucun mal.

Si l'on est dans un pays de montagnes, l'on pourra presque toujours faire les premières recherches par galerie, soit que l'on attaque directement la couche ou le filon qui se montrent au jour, soit qu'on ne doive les recouper qu'à une certaine distance. Dans tous les cas on devra toujours se placer vers la partie la plus basse et la plus voisine du gîte que l'on veut attaquer, afin de la reconnaître sur un point qui n'ait pu être altéré par l'influence de l'air extérieur, et de s'assurer un écoulement facile pour les eaux souterraines, que l'on est à peu près certain de rencontrer; enfin, pour assécher toute la partie du filon ou de la couche qui se trouve au-dessus de la galerie, qui devient tout à la fois galerie de recherche, d'écoulement et d'extraction, cette portion du gîte qui est supérieure à l'attaque devant être exploitée dans la suite en allant de bas en haut, ainsi que nous le dirons en parlant de l'exploitation proprement dite.

Comme il arrive très-souvent que l'on est obligé de se placer dans une gorge étroite qui sert de lit à un torrent, il faut avoir grand soin de ne commencer l'entrée de la galerie qu'à quelques mètres au-dessus des plus grandes eaux; car il ne faut pas oublier que les déblais qui proviendront du travail, se déposeront dans le lit du torrent, qu'ils lui formeront une digue qui élèvera les eaux mo-

mentanément, et qu'elles inonderaient les travaux, si l'on n'avait pas prévu cela d'avance.

Ce tas de déblais, que l'on nomme *décharge*, peut, il est vrai, se disposer de manière à éloigner les eaux, et à former une plate-forme en avant de la galerie, qui n'est point à dédaigner, et qui peut devenir fort utile pour le triage du minerai, pour la préparation des cadres, etc.; il n'est donc pas indifférent de placer les déblais au hasard, puisqu'on peut en tirer parti pour la commodité du chantier.

Si c'est un filon presque vertical qui soit le sujet de l'attaque, et que la roche soit solide au toit, comme au mur, on devra faire une galerie haute et étroite, mais de manière cependant à ce qu'elle ait $1^{m},15$ de large au sol, entre les bois, afin que le passage des brouettes soit facile.

Si le filon lui-même n'est point éboulueux, ou si la galerie se pousse à travers la roche, pour aller recouper le gîte à une certaine distance, on devra travailler en voûte de cloître (pl. VI, fig. 1), et commencer la naissance de l'ogive un peu au-dessus des coudes de l'ouvrier. Cette forme, qui produit le moins de déblais possible, soutient parfaitement la roche qui n'est fendue que par grands quartiers et peut éviter l'emploi du boisage.

Si le filon est pourri et éboulueux, et que la roche soit solide au toit et au mur, le boisage se composera d'un seul chapeau serré

dans la roche. Enfin, suivant sa consistance, on adoptera le demi-boisage, le boisage simple ou le boisage complet, qui seront décrits au chapitre consacré à la conservation des hommes, des travaux, et qui sont figurés pl. VI. Cette galerie de rabais, qui pourra servir à assécher les travaux pendant plusieurs années, devra nécessairement avoir une légère pente du dedans au dehors, mais il n'en faut pas donner trop; car si l'on montait rapidement, le sol se trouverait bientôt au-dessus du haut de la porte, et l'air circulerait mal, s'échaufferait considérablement et finirait par éteindre les lampes : deux millimètres par mètre de pente suffisent à l'écoulement des eaux.

Si la roche est dure et unie au sol, la trace des brouettes sert de rigole pour le commencement; mais si la roche est tendre et boueuse, il faut tracer une rigole soit sur un des côtés de la galerie, soit au milieu, et dans ce cas elle est couverte par la planche qui sert au roulage.

Si l'eau ne charie pas trop de boue, il n'y a point d'inconvénient à placer le canal sous la planche de roulage; mais si elle est sale, il faut le jeter sur un des côtés, afin de pouvoir le curer facilement, sans interrompre la circulation des rouleurs.

Si l'on attaque une couche peu épaisse et qu'elle soit recouverte par une roche dure et peu cassante, il faudra éviter d'arracher le toit.

Si c'est le mur, au contraire, qui est dur, on ne devra point l'entamer, et enfin s'ils sont également durs, on devra plutôt enlever le toit que le mur; parce qu'après avoir dépouillé la couche sur une certaine étendue et avoir bien nettoyé la galerie, il ne reste plus qu'à arracher la substance qui fait l'objet de l'exploitation, et on l'obtient parfaitement propre. En pareille circonstance, il ne faut donner que 1m,66 de hauteur à la galerie, ce qui est suffisant pour les rouleurs de 12 à 14 ans. L'on pourrait se contenter de beaucoup moins de hauteur encore; mais l'air ne tarderait pas à manquer; l'on serait forcé de revenir sur ses pas pour rehausser la galerie, les bois seraient trop courts, et l'on aurait bientôt lieu de se repentir de cette mauvaise économie. Les bonnes dimentions d'une galerie sont les suivantes:

5 pieds (1,66) de hauteur.

3 pieds 6 pouces (1,16) de large au sol.

2 pieds 6 pouces (0,82) de large au plafond.

Ces mesures sont prises en dedans du boisage, en sorte que l'excavation de la roche a 8 pouces (0,22) de plus en hauteur et 16 pouces (0,44) de plus en largeur.

Si l'on travaille en voûte de cloître, on donnera 5 pieds de hauteur, au milieu seulement, sous clef; et l'on commencera la naissance, autant que possible, vers le milieu de cette hauteur. Ce travail s'exécute assez régulièrement quand la roche peut s'entail-

ler au pic; mais on ne peut le conduire avec autant de précision, quand on est obligé de se servir de la poudre.

Outre l'économie du bois, la seule inspection de la pl. VI, fig. 1, fait voir combien on évite d'entailler de la roche, et combien on diminue la masse des déblais qu'il faut sortir. L'avantage est trop évident pour qu'il soit nécessaire d'insister sur cette observation et pour que l'on ne s'empresse pas d'adopter ce travail, toutes les fois que la roche le permet.

Quoiqu'il faille éviter autant que possible d'attaquer les couches, et surtout les filons, par le point qui se montre au sommet d'une montagne, il arrive quelquefois que l'on est forcé d'adopter ce genre d'attaque et de pratiquer un ouvrage sur la pente même de la couche ou du filon. Ce travail, qui se nomme, suivant le pays, *rampe*, *buré*, *descenderie*, *fendue*, etc., séduit ordinairement les personnes qui ne sont point versées dans l'art des mines, parce qu'elles trouvent assez agréable et même assez rassurant de travailler sur le gîte même, sur le combustible ou sur le minerai qui fait le sujet de la recherche; mais on ne tarde point à sentir les inconvéniens de ce mauvais travail, qui n'a ni les avantages du puits vertical, ni la commodité de la galerie horizontale.

La sortie des déblais, et surtout l'assèchement du travail, devient très-pénible et très-

coûteux : moins l'inclinaison est grande, et plus il faut éviter la descenderie; mais plus elle est rapide, et moins il y a d'inconvénient à l'adopter : et en effet, plus l'inclinaison se rapproche de la verticale, et plus la descenderie s'approche elle-même du puits vertical, auquel on doit toujours donner la préférence, quand l'inclinaison est au-dessous de 45° à 50°.

Il y a cependant beaucoup de mines qui sont exploitées de cette manière, dans lesquelles on pénètre par des escaliers taillés dans la roche ou exécutés en bois, et d'où tout ce que l'on extrait est sorti à dos d'homme. Toutes les mines de lignite de la Provence sont dans ce cas.

Lorsqu'on est forcé de travailler en descenderie ou suivant l'inclinaison de la couche ou du filon, on doit au moins établir une machine d'extraction quelconque à son orifice, se servir de chariots ou chiens, et les faire rouler sur les montans d'une échelle couchée qui sert en même temps pour la descente et la sortie des mineurs. Un ruban de fer laminé ou feuillard cloué sur l'un et l'autre bras de l'échelle facilite infiniment le roulage des chiens sans augmenter beaucoup la dépense : et en effet un ruban de fer feuillard de 0,03 de large, de 0,004 d'épaisseur et de 100 pieds de long, ne pèse que 35 kil. Il faut seulement avoir soin que la tête des clous soit noyée dans un trou fraisé,

afin que les roues ne les accrochent point. Comme on ne marche jamais debout dans une galerie d'inclinaison tant soit peu rapide, on peut fort bien ne lui donner que 1,33 de hauteur verticale. Si la couche est très-peu inclinée à l'horizon et qu'elle s'enfonce sous une montagne élevée, on devra l'attaquer par une galerie de direction qui sera sensiblement horizontale; mais si cette même couche s'étend sous une plaine, on ne devra pas balancer à l'attaquer par un puits vertical, qui la recoupera à une profondeur d'autant plus grande que l'on s'éloignera davantage du point où elle se montre au jour. C'est un triangle à tracer sur le papier ou un sinus à calculer; car si l'on a bien observé l'inclinaison d'une couche et qu'elle soit partout sensiblement la même, on sera maître de la recouper à 100, 200 ou 300 pieds ou plus, et de s'assurer ainsi un massif asséché plus ou moins considérable à exploiter.

Un puits de recherche que l'on projette d'enfoncer à 100 mètres, plus ou moins, doit avoir 9 pieds (3 mètres) de long, sur 6 pieds (2 mètres) de large, compris le boisage; ce qui réduit le vide à 8 pieds sur 5. Si la roche est bonne et que l'on donne la préférence à un puits rond, 2 mètres de diamètre suffisent; mais je dois dire qu'un puits ovale est préférable à un puits rond, soit que l'on ne boise pas, soit que l'on soutienne la ro-

che par un muraillement, et voici pourquoi :

Comme il s'agit ici d'un puits de recherche, ce qui suppose qu'il n'y a point encore d'autre percement, il est plus que probable que l'on trouvera le mauvais air à une certaine profondeur, surtout pendant les jours orageux d'été : or, l'un des meilleurs moyens de s'en débarrasser est de pratiquer une cloison qui isole une petite portion de ce puits, et qui établisse un courant d'air entre les deux parties inégales de ce foncement. Rien n'est aussi facile à établir dans un puits carré long, ou dans un puits ovale; mais dans un puits rond, cela devient beaucoup moins aisé; en voici la raison :

C'est ordinairement dans la petite portion du puits que l'on établit les échelles et les corps de pompe, si l'on en fait usage; il est essentiel de pouvoir visiter la cloison d'un bout à l'autre, afin de calfater avec de la mousse ou de l'étoupe les parties qui se seraient déjointes, et pour cela, les échelles sont indispensables. Il faut des *pontals* ou des pièces de bois pour clouer et recevoir cette cloison; il faut au moins 18 pouces (0,50) de vide dans le puits d'échelle. Le pontal et la cloison prennent au moins 6 pouces (0,16), en sorte qu'il ne reste plus pour le service des tines qu'un segment de 6 pieds (2,00) dans un sens, sur 4 pieds (1,33) seulement dans l'autre, et cet espace n'est point suffisant pour le passage des tines. Dans un puits

carré, il leur reste un passage de 6 pieds de long sur 3 de large, et en les disposant suivant la diagonale, elles ne s'accrochent jamais : il en est à peu près de même dans un puits ovale. (Pl. 24, fig. 1.)

J'ai fait l'épreuve de ces trois sortes de foncemens, et je puis assurer que l'inconvénient que je signale ici est très-réel. Les petits puits jumeaux qui sont ronds et qui n'ont que 18 pouces de diamètre, ne sont faits que pour remplir le même but de la cloison, avec cette différence qu'ils coûtent infiniment plus et qu'ils ont le grave inconvénient de laisser perdre la portion de minerai qui les sépare. Ils ne sont plus employés que dans l'exploitation des minerais de fer d'alluvion, et c'est l'enfance de l'art dans toute son imperfection. Quelle que soit la forme du puits que l'on adoptera, il faudra toujours le terminer par un puisard dans lequel toutes les eaux viennent se rendre; mais quand elles sont très-abondantes, il faut qu'il puisse tenir toutes celles de quarante-huit heures, et alors il est plus économique et plus commode de le prolonger horizontalement en forme de galerie, que d'augmenter sa profondeur. Un plancher solide, garni d'une trappe, doit toujours le recouvir dans toute la surface du puits et pouvoir s'enlever et se replacer facilement pour le jeu des tines, si l'on en fait usage.

La sonde enfin est un moyen de recherche

que l'on place très-souvent à la tête de tous les ouvrages économiques, et que je place ici en dernière ligne, pour des raisons que je développerai après avoir décrit l'instrument.

LA SONDE.

La *sonde de mineur* ou la *tarière de montagne* se compose d'un certain nombre de barres de fer qui s'ajustent bout à bout et qui se terminent par un instrument aciéré qui est destiné à percer la terre et les roches. A son extrémité supérieure on adapte une barre horizontale de bois ou de fer en forme de T, en sorte que l'on distingue trois parties dans cet instrument : la tête de la sonde qui porte le T; le corps, qui se compose d'un plus ou moins grand nombre de barres ajustées bout à bout, et enfin l'outil ou l'instrument, que l'on change à volonté, suivant la roche que l'on rencontre et que l'on doit traverser. A ces trois parties principales s'en joignent beaucoup d'autres, qui sont destinées à la manœuvre de cet instrument, qui devient bientôt assez lourd pour qu'il ne soit plus possible de s'en servir sans l'aide de certaines machines que l'on nomme *engins*, et qui ne diffèrent guère de la chèvre ordinaire des maçons et des charpentiers, ou de la sonnette à tirande.

La *tête de la sonde* est la pièce de fer qui reçoit la barre horizontale avec laquelle on fait tourner la tige ou le corps de la sonde;

au-dessus de ce point, elle porte un anneau ou un étrier, auquel on attache le câble qui sert à la soulever, et comme cet étrier est libre et qu'il peut tourner sans la sonde, la sonde à son tour peut tourner sans tordre ou détordre le câble, qui ne sert qu'à la soulever. (Pl. VII, fig. 4.)

Le *corps* ou la *tige de la sonde* se compose de barres de fer de 4 pieds (1,33) de long, que l'on nomme *alonges*, et qui s'ajustent les unes au bout des autres, soit *à vis*, *à manchon* ou *par enfourchement*.

L'*ajustage à vis* est le plus simple, puisqu'il ne consiste qu'à tarauder les extrémités des alonges à l'extérieur par un bout en creux par l'autre, de manière à ce que toutes ces pièces se vissent tout simplement les unes au bout des autres. Ce mode de construction est abandonné depuis assez long-temps, parce qu'il ne permet pas de tourner et de détourner la sonde avec la barre qui forme le T, sans que l'on risque de dévisser les alonges à chaque instant.

L'*ajustage à manchon* consiste à recouvrir la jonction de chaque alonge par une boîte ou manchon de fer que l'on fait glisser le long de la tige et qui s'arrête sur l'assemblage, que l'on consolide par un boulon garni de sa clavette à ressort.

Enfin, l'*assemblage par enfourchement* se compose d'une espèce de fourchette qui termine l'un des bouts de toutes les alonges,

et qui s'ajuste avec un tenon qui se trouve à l'autre extrémité, en sorte que chaque alonge porte un tenon et une fourchette. Le point d'assemblage se compose donc toujours d'un tenon et d'une fourchette (pl. VII, fig. 1), ce qui forme une espèce de nœud qui est un peu plus gros que le reste de l'alonge, et qui est traversé par deux boulons à écrous, que l'on a soin de ne point placer du même côté, afin que deux ouvriers puissent travailler à la fois à les visser et à les dévisser. On conçoit combien il faut que ces assemblages soient exécutés avec précision, puisque les alonges doivent s'adapter toutes indistinctement les unes avec les autres, sans que l'on soit obligé de suivre ni repère, ni numéros: il en est de même à l'égard des outils, qui portent tous un tenon pareil à celui des alonges et qui doit s'ajuster avec toutes leurs fourchettes.

La dureté et la consistance des roches étant très-variables, l'on a été forcé de multiplier les outils que l'on adapte au bout de la sonde, afin de pouvoir les assortir à ces différens degrés de dureté et de ténacité; on peut en raison de leurs formes, et surtout de leurs usages, les diviser en trois groupes.

1.° Les *tarières*, qui servent à percer la terre végétale, les argiles et les sables; on les fait agir en tournant à la manière des tarières dont on fait usage pour percer des corps de pompe.

2.° Les *burins, ciseaux* et *trépans,* qui sont destinés à briser par percussion les grès, les cailloux et les roches les plus dures.

3.° Les *curettes,* les *tire-bourres* et les *accrocheurs,* dont l'emploi est de rapporter au jour les déblais produits par le travail des outils du second groupe, les cailloux qui seraient tombés au fond du trou et les portions de la sonde qui se seraient brisées dans l'ouvrage, à telle profondeur que ce soit.

A tous ces outils il faut en ajouter plusieurs autres, qui sont spécialement affectés à la recherche des eaux et à la confection des fontaines jaillissantes et montant du fond. Ces instrumens sont particulièrement employés pour élargir le trou fait par la sonde ordinaire, ou pour ramener au jour les sables fins et mobiles que l'on rencontre assez souvent dans les pays de craie.

Les planches VII et VIII, qui sont consacrées à representer les différentes parties de la sonde et tous les outils qui conviennent à la recherche des minerais, en donnent une idée assez juste pour qu'il soit inutile de les décrire plus longuement que dans l'explication de ces planches qui termine ce paragraphe.

MANŒUVRE.

La manœuvre de la sonde, qui, comme nous l'avons déjà dit, est pendue à un câble qui passe sur la poulie d'une chèvre, et qui vient

s'enrouler sur un treuil garni de deux leviers, est très-simple et très-facile à exécuter, tant qu'on n'est encore qu'à une faible profondeur. D'abord on débute assez ordinairement par traverser la terre végétale avec la tarière coupante (pl. VIII, fig. 1), qui n'agit qu'en tournant, et qui rapporte presque toujours la terre qu'elle a coupée et qui s'est tassée et consolidée dans l'intérieur de la tarière elle-même.

Après le terrain d'alluvion on trouve encore assez souvent des couches de terre argileuse, qui n'offre pas plus de difficulté que la terre végétale, et qui s'enlève absolument comme elle. Mais bientôt on rencontre de la roche solide, sur laquelle la tarière pourrait tourner en vain, et alors il faut la remonter, la dévisser et la remplacer par un des burins représentés pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 8.

Ce n'est plus en tournant seulement que l'on doit se servir de ces outils, c'est en soulevant toute la sonde au moyen du câble et du tour, et en la laissant retomber de tout son poids, que l'on parvient à écraser, à réduire en poudre, en éclats ou en bouillie les roches les plus dures et les plus tenaces.

Quand, après avoir battu pendant une heure, plus ou moins, on croit avoir produit un certain effet, on remonte la sonde à l'aide du tour, on dévisse le burin et on le remplace par une curette plus ou moins close (pl. VIII, fig. 3), au moyen de laquelle on par-

vient, en tournant, à ramener les déblais qui proviennent de la couche que l'on a attaquée.

Quand le fond du trou paraît déblayé, on remplace la curette par le même outil ou par un autre, si l'on croit qu'il fera plus d'effet que le précédent; mais c'est ici le moment où le surveillant du sondage doit apporter toute son attention à laver, numéroter et étiqueter tous les déblais qui sont rapportés par la curette. Il doit, pour agir méthodiquement et de manière à retirer du sondage qu'il surveille tout le fruit que l'on a droit d'en attendre, noter sur un cahier divisé en colonnes :

Le numéro du curage;
Sa profondeur;
L'outil qui a été employé;
Le degré de dureté de la roche, et
L'épaisseur de la couche qui l'a produite.

Ce qui comportera un, deux ou plusieurs curages, en raison de sa puissance.

Enfin, les déblais devront être séchés, s'ils sont argileux, et lavés à grande eau, s'ils sont composés de fragmens ou de graviers; chacun d'eux sera numéroté, déposé dans une case ou dans un carton séparé et renfermé dans un tiroir, de manière à ce que l'on puisse juger d'un coup d'œil la succession des bancs et des couches que l'on aura perforés.

Cette collection, qui coïncidera avec le registre-journal, composera l'historique de toute l'opération.

Pour éviter autant que possible la confusion qui résulterait du mélange du déblai de deux couches contiguës, on doit retirer la sonde assez souvent, et toutes les fois surtout que l'on s'aperçoit d'un changement de dureté, ce que l'on juge par le plus ou moins de résistance que l'on éprouve, lorsque l'on passe du grès dans le schiste, du schiste dans l'argile grasse ou de celle-ci dans la houille. On en est suffisamment averti à la manière dont la sonde s'enfonce, et c'est dans ces momens de transition que l'on doit redoubler d'attention et de vigilance.

Si le sondage a pour but la recherche de la houille, la couleur du déblai sera un indice de plus à consulter, et si le lavage met quelques parcelles de houille à découvert au milieu de la terre grasse que l'eau entraîne, il faudra curer jusqu'au vif, vérifier la profondeur, la noter avec soin et recommencer le travail en curant souvent. Si le déblai est de la houille pure, il est évident que l'on a atteint une couche de ce combustible: l'on ne doit rien négliger pour en apprécier la puissance le plus exactement qu'on le pourra, et l'on n'y parviendra qu'en remontant la sonde d'autant plus souvent que la houille ne résiste pas fortement au choc des ciseaux, qu'elle s'écrase aisément, et que, si l'on battait trop long-temps, on risquerait de dépasser la couche, d'entrer dans son mur, de n'obtenir que de la poudre de houille extrêmement

fine, et de n'avoir qu'une fausse mesure de son épaisseur, tandis qu'en se servant d'un burin pointu, et en curant très-fréquemment, l'on ramènera de petits fragmens de houille de la grosseur d'une noix, qui permettront mieux de juger de sa qualité et de son aspect, en même temps que l'on s'apercevra du moment où l'on aura dépassé la couche et où l'on entrera dans son mur.

Dépense comparative du travail de la sonde et du foncement d'un puits de recherche.

Qu'elle serait économique et parfaite à la fois, cette manière de rechercher les mines, si l'opération du sondage se passait avec l'ordre et la rapidité que nous venons d'indiquer! mais tout en reconnaissant que la sonde est un excellent instrument, qu'il a rendu de grands services, et qu'il en rendra de plus grands encore, quand on se sera familiarisé avec lui, que l'on aura perfectionné la manière de s'en servir, et qu'il se sera formé un grand nombre d'ouvriers sondeurs, je ne saurais me dispenser de faire l'énumération de toutes les petites difficultés qui entravent, retardent et renchérissent infiniment cette opération, afin que l'on ne soit pas abusé par la simplicité apparente de ce travail, la dépense qu'il occasionne et l'importance de ses résultats.

Je conviens d'avance, et cela est évident

pour tous les exploitans, que l'on peut quelquefois reconnaître une couche de houille ou de toute autre substance utile, à beaucoup meilleur compte et dans bien moins de temps avec le secours de la sonde qu'avec un puits de recherche; mais l'existence de cette couche ne sera jamais si parfaitement constatée qu'à l'aide d'un puits, et si, pour acquérir toute sécurité à cet égard, on est obligé de donner trois coups de sonde, je dis que la dépense et le temps sont à peu près égaux à ce qu'aurait coûté d'argent et de temps un simple puits de recherche; j'ajoute que ces trois coups de sonde n'exempteront pas de la dépense d'un puits, qu'il faudra toujours exécuter; et voici mon calcul :

Un sondage de 100 pieds dans le terrain houiller coûtera en nombres ronds savoir :

Une sonde et outils de rechange avec 100 pieds d'alonge rendus.	1,000^{f}
300 journées à 2^{f} 25^{c}	675
Surveillance, usage du câble et de la chèvre, faux frais	325
	2,000^{f}
Pour deux nouveaux coups de sonde	2,000
	4,000^{f}

En 1765, Jars portait les frais de 100 toises de sondage, en Angleterre, à 5712^{f}, non compris l'achat de la sonde, soit 2,856^{f}; pour 100 mètres, je le porte aujourd'hui à 3,000^{f} : on voit que je ne m'écarte pas

beaucoup de son estimation. Maintenant il est prouvé qu'un puits d'extraction de 100 pieds de profondeur, de 9 pieds sur 6 (3^m sur 2), parfaitement boisé, garni d'une cloison, d'échelles, et desservi par une machine à molette de deux chevaux, coûte, tout compris, 7,000^f, dans un pays où la journée du mineur est de 2^f 50^c. Si l'on réduit ces dimensions à celles d'un puits d'épreuve de 6 pieds sur 4 ½ (2^m sur 1,50), on l'obtiendra facilement pour 3,500^f; mettons 4,000^f. Ce puits de petite mesure se foncera facilement en trois mois, et je crois que les trois coups de sonde, y compris les deux déplacemens et les trois installations, en demanderont bien à peu près autant : on voit donc qu'il y a égalité de temps et de dépenses. Maintenant je veux admettre que l'on se soit procuré une des sondes du Gouvernement, et que les trois coups de sonde ne coûtent, tous frais faits, que 3,000^f; je demande quel est l'exploitant ou le simple explorateur qui ne préférera pas dépenser 500^f de plus ou même 1000^f, et avoir un puits dans lequel il pourra descendre à chaque instant, voir et toucher chaque couche à mesure qu'on les découvre, comparer les roches que l'on traversera avec celle d'une autre localité ou d'une autre mine? Quel est celui qui ne préférera pas, dis-je, un pareil travail à celui d'un malheureux trou de sonde de 3 à 5 pouces de diamètre, dont on n'aura jamais retiré que de la boue, dont on ne

peut véritablement vérifier l'exactitude qu'en en recommençant un autre à côté, et le tout pour n'acquérir qu'une connaissance bien imparfaite et bien douteuse de la puissance et de la constance des couches que l'on cherche à connaître: je dis, douteuse et imparfaite, parce que le minerai qui fait l'objet du sondage, n'arrive au jour que pulvérisé et dénaturé; car on ne peut se dispenser de tenir de l'eau au fond du trou, pour empêcher que les outils ne se détrempent en s'échauffant.

Retards et accidens.

Je n'ai point encore énuméré toutes les petites difficultés dont j'ai parlé au commencement de cet article; voici les principales:

A mesure que le trou s'approfondit et que les alonges se multiplient, l'obligation où l'on est de visser et de dévisser les boulons toutes les fois que l'on veut changer d'outil, placer et retirer la curette, qui parfois n'apporte rien; cette obligation devient un travail long et fastidieux, bien que l'on ne soit pas obligé de dévisser toutes les alonges, et que l'on soit même parvenu, au moyen d'un mât dressé près de la chèvre, à sortir d'assez grands bouts d'une seule pièce, ainsi que M. Baillet l'a annoncé à la Société d'encouragement.

Le curage présente des difficultés: si le déblai est trop clair, trop liquide, il ne tient

point dans la curette; on est obligé d'avoir recours à une espèce de tarière fermée jusqu'à la moitié de sa hauteur, qui enlève d'abord ce qui est le plus liquide, et d'achever ensuite avec la tarière semi-close, que l'on substitue à la première. Les sables mouvans, les argiles tenaces et les cailloux, présentent des difficultés d'un autre genre.

Le corps de sonde se brise souvent dans le trou; on le retire assez facilement avec la cloche d'accrocheur, dont l'intérieur est conique et d'acier taraudé, ou bien avec le tirebourre simple ou double, dont l'intérieur est coupant; mais cet accident, qui n'est certainement pas sans remède, apporte du retard et un surcroît de dépense.

Le battement de la sonde, qui communique des secousses continuelles à tous les écrous, finit quelquefois par dévisser ceux dont le pas s'est émoussé ou qui ne sont point parfaitement serrés avec la clef, et quand un écrou ou un boulon vient à tomber au fond du trou, il est très-difficile de l'en retirer, surtout quand on est sur un banc de roche dure. J'ai vainement essayé de ramener un écrou qui s'était ainsi détaché; mais comme j'étais sur un banc d'argile schisteuse, on parvint, à force de le battre, à le faire glisser de côté, où il s'incrusta si fortement qu'il ne retomba jamais.

Si par négligence ou par faute d'expérience les ouvriers laissaient la sonde dans

son trou du samedi soir au lundi matin, il pourrait arriver qu'il serait impossible de la retirer; elle peut se rouiller et s'attacher si fortement dans un déblai humide et visqueux, que l'effort du tour est impuissant, et que les meilleurs câbles se rompent. On fut obligé d'en abandonner une aux environs de Paris, et un autre exemple s'est passé sous mes yeux, pour un morceau de sonde brisée que l'on négligea de retirer et que l'on fut forcé d'abandonner, quoique la cloche d'accrocheur eût bien fait son service.

Surveillance.

Enfin, il faut ajouter à toutes ces causes accidentelles qui apportent du retard dans le sondage et qui en augmentent la dépense, l'obligation d'une surveillance de tous les momens, tant pour pouvoir apprécier les changemens successifs et souvent peu durables qui surviennent dans la nature des roches, que pour se garer de la supercherie ou de la malveillance des ouvriers, qui pourraient introduire dans le trou de sonde, pour le rapporter ensuite, quelques poignées de la substance qui fait l'objet de la recherche, afin d'encourager à de nouveaux travaux et de s'assurer de l'ouvrage pour plus longtemps, ou enfin d'y laisser tomber à dessein quelques cailloux ou pièces de fer, qui pourraient dégoûter l'entrepreneur par la diffi-

culté de les retirer. C'est pour obvier à tous ces inconvéniens que l'on doit boucher le trou de sonde avec un tampon et fermer la trappe par dessus et à clef, toutes les fois que l'on suspend l'ouvrage ou que le surveillant est forcé à s'éloigner. Cette trappe, qui ferme à deux battans, doit être abattue pendant que l'on travaille, parce qu'elle porte une échancrure qui donne passage à la sonde, et l'on doit encore par précaution entourer la tige d'une rondelle de cuir ou de feutre qui hausse et baisse avec elle, et qui s'oppose à l'introduction de tout corps étranger dans le trou : c'est surtout pendant que l'on visse et dévisse les boulons qui sont glissans et couverts de boue que la rondelle doit être appliquée sur les échancrures de la trappe.

Tous ces petits soins, toutes ces entraves, sont peu importans, j'en conviens; mais ils se multiplient de plus en plus, à mesure que le trou de sonde acquiert de la profondeur, et le changement d'outil ou le curage, qui s'exécute en quelques minutes quand on n'est qu'à une dizaine de mètres, exige des heures entières quand on arrive à cent ou deux cents mètres.

Cas incertains.

Comment le travail de la sonde pourra-t-il déterminer si c'est une couche ou un amas qu'elle aura traversé?

Comment, à moins de répéter trois fois le même sondage, pourra-t-on déterminer l'inclinaison et par conséquent la direction de la couche que l'on aura rencontrée[1]?

Comment peut-on déterminer si le terrain que l'on sonde est régulier ou si c'est un brouillage, si la couche se replie plusieurs fois sur elle-même?

Comment pourra-t-on s'en apercevoir par l'inspection du déblai du toit et du mur, qui ne sortira que sous la forme d'une pâte argileuse, dont la cassure, l'aspect et la consistance auront tout-à-fait disparu?

Comment pourra-t-on vérifier le point d'un sondage sur lequel on aura conçu quelque doute, si l'on n'a pas fait exécuter d'avance le vérificateur de M. Baillet, instrument fort ingénieux sans doute[2], mais qui ne fait point ordinairement partie des outils accessoires de la sonde, soit qu'on en ait trouvé le prix trop élevé, soit que les ouvriers n'aient jamais eu l'adresse de s'en servir avec avantage?

A ces objections l'on opposera des faits, et l'on dira que l'on sonde très-bien en Angleterre; qu'il y a des gens qui font métier de sonder le domaine des grands propriétaires, pour s'assurer s'il ne recèle point de la houille;

---

1 Voyez la formule propre à déterminer la direction et l'inclinaison d'une couche minérale reconnue par trois coups de sonde. Lamé, Annales des mines, tom. IV, pag. 81.

2 Figure et description de cet instrument, Journal des mines, n.° 56.

que l'on commence à bien sonder en France, et que la plus belle découverte minéralogique qui ait été faite dans ces derniers temps (la mine de sel gemme de Vic, département de la Meurthe), a été faite au moyen de la sonde, que l'on employait, il est vrai, pour rechercher de la houille, et qui a démontré l'existence de plus de 80 pieds d'épaisseur de sel gemme, où l'on ne connaissait encore que des sources salées. L'on dira que les sondeurs attachés à l'inspection des carrières sous Paris et ceux de la ci-devant province d'Artois surtout, sont d'une habileté reconnue; mais je répondrai que les sondeurs de Paris et de Calais n'ont ordinairement d'autre but dans leurs travaux que la recherche des eaux, et cette heureuse application du travail de la sonde ne présente pas les mêmes difficultés que celles qui sont attachées à la reconnaissance de la nature des roches qui constituent la masse solide de cette faible épaisseur du globe qu'il nous est permis d'explorer.

Cas où la sonde peut et doit être employée avec succès.

Avant de passer à la recherche des eaux, disons encore que la sonde ne peut être employée avec avantage que dans les cas suivans:

1.° Dans les terrains dont les couches sont bien réglées;

2.° Pour déterminer l'épaisseur du terrain

qui recouvre une formation plus ancienne que lui;

3.° Pour s'assurer si une couche que l'on exploite et dont on connaît l'inclinaison, se retrouve et persiste encore à une distance donnée;

4.° S'il existe de la tourbe au-dessous des terrains d'alluvion qui forment le fond d'une vallée;

5.° Si un amas que l'on exploite se prolonge à telle ou telle distance;

6.° Si un filon bien caractérisé, qui est stérile au jour, donne du minerai à une certaine profondeur;

7.° S'il n'existe point quelque couche de fer limoneux au-dessous de celles que l'on se contente d'exploiter jusqu'à présent;

8.° Enfin, pour aider à l'aérage des travaux infectés de mofettes, et pour aller à la recherche des vieux travaux inondés dont on ne connaît pas parfaitement la position, ainsi que nous le dirons d'une manière plus détaillée en parlant de l'aérage et de l'asséchement des mines dans le chapitre qui est consacré aux moyens employés pour la conservation des hommes et des travaux.

De la recherche des eaux souterraines au moyen de la sonde. Des puits artésiens ou fontaines jaillissantes.

Si je ne suis pas très-partisan de la recherche des mines au moyen de la sonde, et si

j'ai placé ce mode de recherche en dernière ligne, comme étant le moins satisfaisant de tous, à mon avis, je pense tout différemment par rapport à la découverte des eaux souterraines, bien qu'elle présente aussi de grandes difficultés à vaincre; mais au moins on ne peut pas rester dans l'incertitude, et jusqu'ici le sondage est le seul moyen de ramener à la surface de la terre ces sources abondantes qui circulent dans ses entrailles, et qui sont appelées à féconder et à embellir les campagnes les plus stériles et les plus mal arrosées.

La première idée de créer des fontaines jaillissantes appartient aux Français; elle fut mise à exécution dans l'Artois, d'où est venu le nom de *puits artésiens*, qu'on leur donne ordinairement, et c'est encore a un ingénieur français, M. Garnier, que l'on doit un bon traité sur l'art du fontenier-sondeur, qui a remporté le prix proposé par notre excellente Société d'encouragement.

Cette découverte est donc toute française, et quoiqu'on l'ait exportée de l'autre côté de la Manche et dans les États-Unis d'Amérique, où on lui a donné plus de suite qu'en France, l'honneur de l'invention nous appartient tout entier, et je ne saurais mieux faire pour donner une idée de cet art si neuf et si important, que d'extraire ce que je crois devoir en dire, de l'excellent ouvrage que je viens de citer, et auquel je renvoie pour

les détails qui sont particuliers à la recherche des sources jaillissantes et montant de fond.[1]

On avait cru, et M. Garnier lui-même l'avait avancé dans son ouvrage, que toute autre espèce de roche que le calcaire ne pourrait présenter les mêmes avantages pour la recherche de ces fontaines, mais l'expérience est venue nous donner un heureux démenti; car, ainsi que nous le verrons bientôt, on en trouve tout aussi bien dans les terrains primordiaux que dans les terrains secondaires.

Moyens d'exécution.

Lorsqu'on a choisi la place où l'on désire établir une fontaine jaillissante, on forme, afin d'éviter de construire un échafaudage et pour pouvoir en même temps travailler avec facilité, une excavation pyramidale de 18 pieds de profondeur environ, dont la pointe est tournée en bas et dont la base, qui a 18 pieds de côté (6^{m}), se trouve à la surface du terrain : les quatre côtés de cette espèce de trémie sont garnis de *palleplanches* et soutenus par plusieurs cadres, qui vont toujours en diminuant à mesure que l'on approche du

---

1 De l'art du fontenier-sondeur et des puits artésiens, par François Garnier, ingénieur des mines. Ouvrage couronné par la Société d'encouragement, et imprimé par ordre du Gouvernement.

fond, de manière à ce que le dernier n'a plus que 8 pieds de côté : cette excavation, ainsi boisée et garnie de porteurs, permet aux ouvriers d'y descendre sans craindre le moindre éboulement, quand bien même le terrain ne serait composé que de sable fin. Arrivé là, on fait agir la sonde garnie d'une tarière, et l'on donne au trou un diamètre assez grand, pour que l'on puisse y enfoncer à coups de mouton des espèces de tuyaux carrés d'un pied de côté intérieurement, composés de planches épaisses et bien jointées. Ces tuyaux se nomment *coffres* en terme de l'art, et comme il importe infiniment qu'ils s'enfoncent en conservant un aplomb parfait, deux grillages, qui sont eux-mêmes ajustés avec tout le soin possible, les conduisent et leur servent de guide jusqu'au moment où ils pénètrent dans le trou de sonde.

Lorsque ce premier coffre, qui est armé inférieurement d'un sabot d'acier bien tranchant, est enfoncé de quelques pieds dans le trou de sonde, on en ajoute un second à sa partie supérieure; on fait agir la sonde, afin de faire du vide au-dessous, et l'on continue ainsi à enfoncer tout à travers le sable mouvant, jusqu'à ce que l'on atteigne au point où la chute du mouton cesse de l'enfoncer, ce qui arrive ordinairement à 8 ou 10 mètres au-dessous du fond de l'excavation pyramidale; mais comme ce premier coffre a des dimensions telles qu'on peut en introduire

jusqu'à quatre dans son intérieur, on en passe un second, qui est par conséquent plus petit que le premier de toute l'épaisseur des planches et du jeu nécessaire à son introduction.

La manœuvre est la même, tant avec la tarière qu'avec le mouton, et l'on parvient ainsi à passer les terrains les plus mouvans et les plus meubles, sans que leur pression et leur espèce de fluidité apportent le moindre empêchement à la continuation du travail qui reste à faire.

Parvenu au terrain argileux, on fait agir la tarière comme nous l'avons dit en parlant de la recherche des minerais, avec cette seule différence, que l'on donne généralement plus de largeur au trou, 7 pouces et ½, et plus, parce que l'on doit y introduire des tuyaux ronds que l'on nomme *buses* et qui doivent former le vide intérieur de la fontaine jaillissante. Ces buses sont des tuyaux de bois forés avec soin, qui ont 10 pieds de long, 7 pouces de diamètre extérieur, 2 pouces d'épaisseur et par conséquent 3 pouces de canal; ils s'assemblent bout à bout comme les tuyaux de pompe ou les chenaux de conduite. Il faut que ces buses traversent les argiles, qui ne contiennent que des eaux non potables, et qu'elles pénètrent un peu dans le calcaire, afin que les eaux salubres que l'on trouve ordinairement dans ces roches, ne se mêlent point avec celles des glaises, qui sont hydro-sulfureuses, et qui ne conviennent

même pas toujours à l'irrigation des prairies ou à l'arrosage des jardins. On continue le sondage à travers les bancs calcaires, jusqu'à ce que l'on ait rencontré un volume d'eau assez puissant et qui monte du fond de manière à s'approcher de la surface et souvent à jaillir de plusieurs pieds au-dessus.

Tout ce qui précède a rapport à la recherche des eaux dans les terrains crayeux de l'ancienne province d'Artois, qui présentent pour difficulté essentielle le passage des sables mouvans, l'enfoncement des coffres, des buses et l'isolement des bonnes eaux d'avec les mauvaises, et c'est dans l'ouvrage de M. Garnier qu'il faut aller chercher les figures et les détails d'exécution, qui sont infinis et qui contribuent puissamment au succès de l'établissement de ces précieuses fontaines.

Exemples de fontaines jaillissantes exécutées avec succès dans différens terrains.

Il nous reste à rapporter les exemples qui prouvent que l'on peut ramener à la surface de la terre des sources montant de fond en sondant des terrains tout différens de ceux qui constituent le sol des environs de Paris et celui du département du Pas-de-Calais, où les puits artésiens ont pris naissance.

Je trouve dans le Recueil industriel de M. de Moléon un excellent mémoire anonyme sur les fontaines souterraines ou puits

artésiens, dont j'extrais quelques passages.[1]

« Le premier exemple de ces fontaines fut « donné en France, où elles portent le nom « de puits artésiens; elles y sont encore peu « nombreuses, tandis qu'en Angleterre elles « y sont innombrables: elles ne sont introduites aux États-Unis que depuis 1824, et « déjà elles s'y multiplient de toutes parts, « même pour le service public et pour celui « des campagnes ou des établissemens industriels.

« En Angleterre ce ne sont pas les gens « de luxe qui font les frais de ces fontaines, « ce sont les petits bourgeois, les artisans, « les paysans et les plus petits villages pour « le service commun.

« Plus de moitié de ces fontaines jaillissent plus ou moins haut; mais celles qui « ne jaillissent pas ne sont guère moins utiles; car la pompe la plus active ne peut « les épuiser, et l'excellence de leurs eaux « est très-remarquable.

« La température de ces eaux s'élève en « raison de la profondeur à laquelle on a été « chercher la source (10 à 16^{d}).

« Les savans d'Amérique sont aujourd'hui « d'accord sur le fait suivant, que l'expérience a constaté partout en Angleterre, « savoir : *que l'on peut se procurer des fontaines sur tous les points, quel que soit le*

---

1 Recueil industriel, tom. IV, pag. 335.

« *niveau du terrain;* mais ils n'ont pas encore
« généralement adopté le principe émis par
« plusieurs, qui est déjà appuyé par une
« multitude de faits: *que l'eau empruntée*
« *aux sources souterraines peut jaillir au-*
« *dessus de la surface indépendamment de*
« *toute pression gravitante.* »

L'auteur anonyme de cet article pense que les eaux qui jaillissent d'une profondeur de 4 à 5 cents pieds (comme il y en a des exemples en Angleterre), ne sont point le produit des infiltrations supérieures qui alimentent les puits et les petites fontaines; mais que ces jets admirables et inépuisables sont lancés par de grandes artères souterraines, sur lesquelles agissent de grands réservoirs d'air que la terre recèle: il cite à l'appui de cette opinion un réservoir d'hydrogène trouvé en sondant, et qui fit baisser, dès qu'il fut ouvert, le jet de la fontaine de 4 pieds (à Albany, dans la brasserie de Boyd et Cullock.)

Les tableaux qui accompagnent cet excellent mémoire, et qui ont rapport aux fontaines souterraines découvertes dans les États-Unis d'Amérique et dans divers contrées d'Angleterre, prouvent:

1.° Que l'on trouve ces fontaines tout aussi bien dans les terrains primordiaux que dans les terrains secondaires, puisqu'il en cite six dans le granit;

2.° Que l'argile précède souvent la rencontre de l'eau; mais que ce n'est pas une

circonstance essentielle, puisque sur vingt-trois exemples cités aux États-Unis, douze seulement ont traversé l'argile avant d'avoir trouvé l'eau;

3.° Qu'on les rencontre tout aussi bien dans les pays de plaine que dans les pays de montagnes;

4.° Qu'on en trouve partout (c'est l'auteur qui parle) avant d'atteindre à 500 pieds: sur les vingt-trois exemples cités pour les États-Unis, un seul a été à 450 pieds, deux ont dépassé 350, deux ont approché de 300, un a été à 210, deux ont dépassé 150, un a été à 104, deux ont approché de 100, et tous les autres ont trouvé l'eau avant d'arriver à cette profondeur;

5.° Que l'on peut modifier et augmenter la hauteur des jets jusqu'à un certain point, par l'insertion d'un tuyau qui les resserre et les soutient, etc.

En Angleterre les fontaines qui jaillissent sont assez communes, sur 180 exemples cités, on en indique 95 qui jaillissent à une hauteur qui varie de 4 à 42 pieds, et dont le produit moyen est de 200 à 250 pintes par minute. Celles qui ne jaillissent pas, ne sont ni moins bonnes, ni moins inépuisables que les autres, et parmi ces dernières celles dont le niveau est le plus bas, ne sont qu'à 18 pieds de la surface.

A Londres on n'en cite point qui jaillissent, tandis qu'elles sont presque toutes jail-

lissantes dans les comtés d'Essex, de Cambridge, de Stratford et de Surrey.

A Hammersmith, dans le Northamptonshire, un M. Brook ayant percé la terre dans son jardin à 360 pieds de profondeur et sur un diamètre de 4 pouces et ½ environ, l'eau jaillit avec une telle abondance que dans quelques heures le terrain d'alentour se trouva totalement inondé, que toutes les cuisines furent noyées dans un rayon de plus de 50 toises, et que l'on craignit que les maisons ne s'enfonçassent dans le sol ou ne fussent démolies en dessous. Deux ou trois hommes essayèrent de chasser des bondes de bois et de fer; elles furent rejetées, ainsi que ceux qui s'efforcèrent de les enfoncer. On ne parvint à diminuer le volume de ce jet qu'en insérant une suite de tuyaux de plus en plus étroits.[1]

L'auteur termine en annonçant au public qu'il a perfectionné une sonde que l'on n'a pas besoin de retirer du trou, si profond qu'il soit, jusqu'à ce que le but soit atteint; toutes les matières produites par le perforateur

---

1 Tout nouvellement encore, M. Héricart de Thury nous a fait connaître le résultat obtenu à Épinay, près Paris, d'un sondage qui a ramené à la surface une fontaine trouvée à 201 pieds de profondeur, et dont le produit est de trente-six mille litres par vingt-quatre heures. Un fait très-remarquable, c'est que l'on peut établir plusieurs de ces fontaines les unes à côté des autres, sans que le volume de la première en soit diminué sensiblement.

sont extraites par un moyen prompt et simple, très-peu dispendieux, et qui n'est pas au-dessus de la force d'une femme : ainsi disparaîtrait, dit-il, cette dépense de sondage tellement énorme qu'il faut presque toujours abandonner l'entreprise à une certaine profondeur.

Si l'auteur ne s'abuse point et ne se fait pas illusion, il aura rendu un service dont il serait difficile de calculer les suites, tant pour la recherche des eaux que pour la découverte des minerais.

Dépenses approximatives.

Les dépenses d'un puits artésien sont soumises à la profondeur à laquelle on doit aller chercher l'eau et à la nature des roches que l'on est obligé de traverser. Le sondage de New-Brunswick, qui n'a trouvé l'eau qu'à 399 pieds, a coûté 400 dollars, 2,100^{f}.

Dans l'Artois, M. Garnier cite les exemples suivans :

La fontaine de la ville d'Ardres, qui a 145 pieds, a coûté 1,600^{f}.

Si l'on était forcé de traverser 160 ou 200 pieds de sable mobile et de chasser des coffres dans toute cette épaisseur, la dépense pourrait bien s'élever à 10,000^{f}.

Quand on s'enfonce de 120 à 130 pieds, et que l'on n'a besoin que d'un seul coffre de 30 pieds, l'établissement de la fontaine ne peut aller au-delà de 500^{f}.

Enfin, si l'on trouve l'eau vive dans un terrain facile et à 80 pieds environ, quatre ouvriers peuvent en quatre ou six jours exécuter le travail qu'exige l'établissement d'une fontaine. Dans un pareil terrain la dépense n'irait guère qu'à 200f.

L'on voit combien le travail de la sonde est plus avantageux pour la recherche des eaux que pour celle des minerais; mais si l'on parvenait à multiplier les sondeurs, à les former, comme M. Héricart de Thury en a donné l'exemple pour les environs de Paris, et si l'on réussissait à perfectionner la manœuvre, à la simplifier ou à la faire exécuter par un arbre tournant, garni de cames et mis en jeu par des chevaux, il est bien certain que ce moyen de recherche deviendrait aussi satisfaisant et beaucoup plus expéditif que tout autre.

S'il est vrai que M. Baillet, professeur d'exploitation à l'école des mines, s'occupe d'un traité complet de l'art de sonder, nous devons espérer de voir perfectionner et l'instrument et la manière de s'en servir; car on a droit de tout attendre d'un homme d'un mérite aussi distingué, à qui l'art des mines en France est déjà si redevable, soit pour les connaissances pratiques et théoriques qu'il expose dans ses cours, soit par la justesse des vues qu'il a souvent développées dans ses savans mémoires.

Conclusion.

Je me résume, en disant que dans l'état actuel de l'art du sondeur, ce moyen de rechercher les minerais n'est applicable que dans certains cas, qu'il est imparfait dans beaucoup d'autres, et qu'il n'est pas toujours plus économique que la recherche par puits et par galerie. Je pense tout différemment pour la recherche des eaux.[1]

---

1 M. Antiq, demeurant à Paris, rue d'Enfer n.° 101, a exposé au Louvre, en 1827, une sonde de mineur en fer et acier, dont toutes les pièces sont exécutées avec précision et qu'il établit à un prix fort moderé, dont voici le détail :

18 Outils, tels que tarières, trépans, tire-bourre, etc., du poids total de 90 kilogr., pour . . .	603f	5c
22 Alonges de 2 mètres, avec la tête, le tout assemblé par des boulons, du poids de 336 kil., pour	526	20
10 Pièces accessoires, telles que manivelles, clefs, curettes, forets, etc., pour	153	5
1 Bâtis en bois de hêtre, pour	36	5
TOTAL.	1318f	20c

pour une sonde prête à travailler et pouvant s'enfoncer à 44 mètres. Si l'on veut pénétrer plus avant, on ajoute à la tige des alonges de 2 mètres, dont chacune coûte 24 fr. 20 c. D'après ce tarif, on peut faire son calcul pour une sonde d'une longueur donnée.

M. Billard, serrurier-mécanicien attaché à la direction des carrières sous Paris, exécute aussi des sondes avec le plus grand soin.

Explication des planches VII et VIII, qui sont consacrées à la sonde et à ses divers outils.

PLANCHE VII.

Figure 1 et 3. Assemblage de deux alonges.
Fig. 2. Tête de la sonde portant son anneau.
Fig. 4 et 6. Le T et l'étrier servant à soulever et à tourner la sonde.
Fig. 5. Le tourne-à-gauche en fer.

PLANCHE VIII.

Fig. 1. La tarière.
Fig. 2. Le double tire-bourre.
Fig. 3. La curette.
Fig. 4. Le burin bonnet de prêtre ou batte à beurre.
Fig. 5. Le burin plat.
Fig. 6. Le burin courbe.
Fig. 7. La cloche d'accrocheur.
Fig. 8. Le burin hardi.

A tous ces outils il faut souvent en ajouter d'autres que les circonstances locales exigent et qu'il faut assortir à la nature des terrains; mais ceux que nous avons figurés ici, sont les plus ordinairement employés dans la recherche de la houille, par exemple. L'exécution des puits artésiens en demande plusieurs qui sont particuliers à cette belle opération, et qui sont décrits et figurés dans l'ouvrage de M. Garnier déjà cité.

CHAPITRE II.

Exploitation proprement dite.

---

§. 1.er Des outils de mineur et de l'éclairage.
§. 2. Consistance, entaille et abattage de la roche. — Tirage à la poudre, etc.
§. 3. Des divers moyens de descendre dans les mines. — Beines, échelles, escaliers.
§. 4. Exploitation des tourbières.
§. 5. Exploitation des carrières.
§. 6. Exploitation des mines en masses — en couches et en filons puissans — en couches de moyenne épaisseur — en couches minces. — Exploitation en gradins. — Triage du minerai dans les mines.
§. 7. Exploitation des minerais par lavage.
§. 8. Exploitation du sel gemme, des terres et des eaux salées.

---

§. 1.er

Des outils de mineur.

Avant de décrire tous les moyens que l'on met en œuvre pour exploiter ou pour arracher les roches et les minerais qui font l'objet de l'exploitation des mines, des minières et des carrières, il est indispensable de faire connaître la série des outils dont on fait usage pour l'entaille et l'abattage de la roche, ainsi que ceux qui servent au tirage à la poudre, à l'éclairage et à la descente des ouvriers dans les puits; car nous serons ob-

ligés d'en parler à chaque instant, en décrivant les différens travaux de mine.

Je divise les outils du mineur en trois groupes; savoir :

1.er *groupe.* Les pics, les coins, les battrans, les palfers, les pelles et les râcles.

2.e *groupe.* Les masses, les pointes, les pointrolles, les pistolets ou burins, les curettes, les épinglettes, les bourroirs et les dragues.

3.e *groupe.* Les lampes, les chandeliers, les lanternes et les briquets.

Le premier groupe est consacré à l'abattage de la roche;

Le second, au tirage à la poudre,

Et le troisième, à l'éclairage.

La charge se compose de la poudre, des mèches qui doivent y porter le feu et des étuis qui servent à les enfermer.

PREMIER GROUPE.

Outils qui servent à l'abattage de la roche.

LES PICS.

Il y a plusieurs espèces de pics, qui diffèrent de force, de longueur et de forme, suivant l'usage auquel on les destine. Les uns sont forts et courts (pl. IX, fig. 4); ce sont les pics camards : leur pointe est mousse, et ils servent plus particulièrement dans les carrières que dans les mines; ils doivent avoir l'œil large et très-épais, afin qu'on puisse leur donner un manche assez fort pour

faire l'office de levier, lorsqu'il s'agit de soulever ou de disjoindre de la blocaille qui est solidement enchevêtrée. Dans certains pays l'œil est armé en arrière d'un contrefort (fig. 6), qui ménage beaucoup le manche en le soutenant sur une plus grande longueur, quand on fait levier avec lui. Les pics des charbonniers de l'Aveyron ont cet appendice, et sont emmanchés très-longs : ils servent à abattre la houille. On se trouve assez bien des pics dont l'œil va en s'élargissant par dehors, de manière à permettre d'introduire le manche par le petit bout. Cette méthode d'emmancher évite les coins et m'a toujours paru fort solide. C'est ainsi que les terrassiers emmanchent leurs tournées.

Les petits pics (fig. 5), dont la pointe doit être trempée dur et fort effilée, servent particulièrement à l'abattage de la houille, ou plutôt à préparer les petites entailles que l'on fait à droite et à gauche des massifs, et qui permettent de détacher beaucoup de gros charbon sans faire une grande quantité de poussière.

Ces pics sont quelquefois plats et emmanchés comme des haches, ce qui permet de piocher dans l'entaille et de ne lui donner que quelques lignes de largeur. C'est ainsi que sont ceux de Saint-Étienne.

Le pic à pointe plate, nommé *bec de cane* (fig. 2) par les mineurs bourbonnais, est excellent pour enlever la petite veine de

terre grasse qui recouvre presque toujours immédiatement la houille. Le pic pointu fait son trou, et sort sans rien enlever, tandis que le bec de cane coupe et enlève l'argile la plus grasse. Le bec de cane que l'on emploie dans la mine de fer de Bendorf près Coblentz, diffère fort peu du nôtre, et sert au même ouvrage : on fait un grand usage des pics ordinaires dans l'exploitation du filon de Poullaouen en Bretagne.

L'outil des carriers qui exploitent *à la trace* est une espèce de pic plat à deux pointes, dont ils se servent pour exécuter la trace qui doit recevoir les coins, et comme il est coupé en biseau du côté opposé au manche, la poussière qu'il fait est chassée en avant et laisse la trace parfaitement nette. (Fig. 3.)

LES COINS.

Les coins de carrière sont ordinairement plats, comme ceux dont on se sert pour fendre le bois. Il y en a de toutes grosseurs; mais quand on exploite à la trace, on est dans l'usage de mettre un petit morceau de tôle de chaque côté, afin que le coin glisse entre deux sans élargir sa place.

Les ouvriers qui travaillent dans les carrières de pierres à meules de moulin, se servent de très-petits coins, dont ils placent un grand nombre à la fois et sur lesquels ils frappent tour à tour, en suivant depuis le premier jusqu'au dernier.

Il en est à peu près de même dans les carrières de marbre, où l'on cherche à obtenir de grands blocs bien sains; enfin, il paraît que les Égyptiens et les Romains ont employé les mêmes moyens, mais avec un art infini; car les obélisques et les fûts de colonne d'une seule pièce de granit, sont les témoins des soins qu'ils apportaient à obtenir ces grandes pièces et du prix qu'ils y attachaient. Les traces de leurs exploitations prouvent que c'était avec des coins qu'ils parvenaient à se procurer ces monumens monolithes qui font encore aujourd'hui notre admiration.

Les coins de mineur sont pointus et pyramidaux; mais leur tête, au lieu d'être plate, doit être saillante et en *cul d'œuf*. Cette forme s'oppose à ce que les bords se déchirent sous les coups des grosses masses ou des battrans. (Fig. 8.)

Quant aux coins de charbonnier, ce ne sont autre chose que des morceaux de fer carré de 15 à 18 lignes, que l'on apointe par un bout. On les fait ordinairement assez longs, et malgré cela l'on est quelquefois obligé d'en chasser plusieurs, les uns à côté des autres, avant de détacher la masse de houille que l'on veut faire tomber. (Fig. 7.)

On a fait usage de coins de bois pour détacher des meules de moulin ou des blocs de marbre. Mais je crois que l'on a renoncé à leur emploi dans les carrières. Il consistait à

les chasser dans la trace avec force, après les avoir fait sécher au four, et à les arroser ensuite assez amplement, pour qu'en se gonflant et augmentant de volume, leurs efforts réunis fussent capables de déterminer la rupture et la séparation du bloc d'avec la montagne.

On fait encore usage des coins de bois dans l'exploitation du sel gemme. On les introduit dans les fentes naturelles, l'humidité ne tarde pas à les faire gonfler et les blocs de sel s'éclatent; mais comme il pourrait résulter des accidens de leur chute imprévue, les mineurs ont la précaution de mettre dans la même fente où ils ont forcé les coins, un morceau de bois droit, et dès que ces coins font effet et que les blocs commencent à s'écarter, la lame de bois tombe dans la fente et avertit les ouvriers qu'il faut s'éloigner : en effet la chute de ces rochers de sel suit de près le déplacement de la latte de bois.

La scie est quelquefois employée dans les carrières de marbre; mais il faut, avant de l'introduire au chantier, avoir préparé les places de telle manière que le jeu de l'instrument soit tout-à-fait libre. Les scies circulaires, qui je crois n'ont jamais été employées dans l'exploitation du marbre, exigeraient moins de place et pourraient diminuer infiniment la masse des déblais et des recoupes, en même temps qu'elles économiseraient les matières précieuses. L'emploi des grands

trépans pour l'extraction des cylindres ou des fûts de colonne n'est point impraticable, et il serait aisé de faire mouvoir ces machines avec des chevaux.

LES BATTRANS. (Pl. IX, fig. 9 et 10.)

Les grosses masses que l'on nomme *battrans* ou *bombes*, suivant le pays, sont de gros marteaux de fer aciéré ou non, qui se manœuvrent à deux mains et dont le poids va quelquefois jusqu'à 10 kil. (20 livres): ils servent à chasser les coins, à casser les pierres que l'on veut cuire ou répandre sur la chaussée des routes, à casser les minerais ou la castine dans les fonderies, etc. Ils sont plats et carrés sur les deux faces; mais quand on les soigne, ils sont un peu renflés sur les côtés vis-à-vis l'œil.

Les bombes dont on se sert dans les puits sont plus fortes que celles des galeries, elles ont 7 à 8 pouces de long (20 à 23^{c}) sur 2 à 3 pouces (6 à 8^{c}) carrés à la tête; elles sont aciérées des deux côtés, parce qu'elles doivent frapper sur des coins qui ne le sont jamais. La longueur du manche varie de 20 pouces à 2 pieds (0,55 à 0,66). Celles qui servent à casser la pierre des routes ou la pierre à chaux, sont emmanchées à un morceau de bois rond, légèrement flexible et fort long. (*Fig.* 9.)

LES PALFERS.

Les leviers que l'on nomme, suivant le pays, des pinces ou des palfers, sont des barres de fer, dont l'une des extrémités se termine en coin et porte un talon proportionné à sa longueur et à son poids (pl. IX, fig. 1); la partie qui reçoit les mains de l'ouvrier, est grossièrement arrondie et va en diminuant jusqu'au diamètre d'un pouce, plus ou moins. Cet outil sert à ébranler les blocs qui ont été fendus par les coins ou par la poudre. Un palfer de 25 à 30 kil. (50 à 60 liv.) est déjà un assez bon levier, qui avance beaucoup le travail et qui épargne une infinité de manches de pics, que l'on brise en cherchant à leur faire remplir le rôle des palfers.

Le *pied-de-biche*, qui est un petit palfer fendu, sert quelquefois à arracher les clous qui assujettissent les planches, les cloisons ou les échelles.

PELLES ET RACLES.

La pelle des mineurs est tout-à-fait pareille à celles des carriers et des terrassiers : elle est carrée, mousse ou pointue, suivant l'usage du pays; mais elle doit toujours porter un manche légèrement coudé vers le bas, par où elle entre dans la douille, afin d'éviter à l'ouvrier la fatigue de se baisser très-bas, comme il serait obligé de le faire, si elle

était emmanchée en droite ligne comme les bèches. Il y en a dont le manche passe à travers la douille et va renforcer la pelle par dessous, et cette précaution est d'autant meilleure, que c'est presque toujours vers le milieu que les pelles des mineurs se courbent et se brisent.

On doit donc avoir attention à ce que la douille ne soit point gercée, et à ce que la pelle soit forte jusque dans le milieu de sa longueur.

Quant aux râcles qui servent à rassembler le reste des déblais, ou à nettoyer les galeries d'écoulement, ce ne sont pour l'ordinaire que des pelles que l'on courbe auprès de la douille. On en fait de plus petites, qui ressemblent à des râclettes de ramoneur; mais elles ne servent guère que dans les ateliers de lavage.

SECOND GROUPE.

Outils servant au tirage à la poudre.

LES MASSES.

Les masses à main (pl. X, fig. 10), qui servent à faire des trous de mine, pèsent de 5 à 6 livres; on leur en donne jusqu'à 8 ou 9, quand on est dans l'usage de battre à deux; mais ces dernières ont l'inconvénient d'écraser la tête des pistolets, qui ne sont pas toujours aciérés. Ces masses sont faites avec de

gros fer carré de 2 pouces, un peu renflées vis-à-vis de l'œil, de 5 à 6 pouces de long et légèrement cambrées. Lorsqu'on est voisin d'une fabrique de fer, il en coûte fort peu pour les faire ébaucher, percer et couper, et cette précaution épargne beaucoup d'ouvrage au maréchal de la mine; on doit en faire autant pour les coins de charbonnier.

Il y a des contrées où l'on est dans l'usage d'aciérer ces masses et de ne point aciérer la tête des fleurets; mais je ne balance point à conseiller le contraire, car il vaut mieux user quelques masses de plus, que d'avoir à réparer la tête de tous les pistolets, qui se raccourcissent d'ailleurs infiniment plus vite. En Allemagne, cependant, ce sont les masses qui sont aciérées, et dans les mines d'or des Grisons et de Magnignana en Italie, ce sont les fleurets; et comme il est essentiel qu'il ne tombe pas de parcelles de fer dans le minerai, on a soin de faire une petite chambre creuse à chaque bout de la masse, afin que la tête du pistolet puisse entrer dedans, et que l'ouvrier frappe toujours au même endroit: elles pèsent 3 à 4 livres et se paient 2^{f} par les ouvriers qui sont à prix fait.

LES POINTES ET LES POINTEROLLES.

Les pointes (pl. X, fig. 6 et 9) sont des morceaux de fer rond de la grosseur du pouce, 8 à 9 lignes (0,02) de diamètre, sur 8 à 10

pouces (0,25 à 0,30) de long, qui sont aciérés par l'extrémité et quelquefois à la tête: elles servent à commencer les trous de mine, quand la roche est très-dure, ou à faire ce que l'on appelle des *martoises* en terme de mineur, quand la roche doit recevoir et soutenir l'extrémité d'une pièce de bois ou *pontal*: on y pratique alors, au moyen des pointes, une place carrée de la même largeur que le bois et d'une profondeur qui varie avec la consistance de la roche. Les pointes se font ordinairement avec des burins devenus trop courts par l'usé.

Les *pointrolles* sont de petits marteaux longs et minces (fig. 9), qui sont pointus d'un côté et plats de l'autre. On les emmanche à un petit morceau de bois légèrement flexible; on les tient de la main gauche, tandis qu'on frappe dessus avec la masse ordinaire, et l'on en fait le même emploi que de la pointe. On s'en sert fort peu en France, on y préfère les pointes; mais l'usage en est presque général en Allemagne.

A Andreasberg on se sert d'un fleuret en bonnet de prêtre pour commencer les trous, en place de pointes.

LES FLEURETS.

Les fleurets (pl. X, fig. 2), que l'on nomme aussi burins ou pistolets, sont faits avec du fer en barres rondes dont le diamètre est

assez variable : ceux des mines n'ont souvent que 9 lignes (0,02); ceux des carrières et des entrepreneurs de grandes routes ont jusqu'à 18 lignes (0,04), et quant à leur longueur, elle ne dépasse presque jamais 2 pieds (0,66).

Ces outils sont terminés inférieurement en forme de ciseau plat, dont le tranchant va en s'élargissant, de manière à ce que le trou qu'il forme soit toujours plus large que le corps du fleuret, et qu'il n'y ait point de frottement. C'est encore par la même raison que l'on doit toujours avoir des fleurets un peu plus gros pour commencer le trou, afin que les suivans puissent le continuer facilement. On se sert des plus courts et des plus gros pour commencer, l'on finit par les plus longs et les plus minces.

J'ai dit, en parlant des masses, que la tête des pistolets n'est pas toujours aciérée; je le répète ici, en recommandant de le faire; car c'est une très-petite dépense de plus, et l'on s'en trouve fort bien par la suite. Il est rare que l'on soit obligé de renouveler l'acier de la tête des burins, mais bien entendu que l'on ne doit les battre qu'avec des masses de fer non aciérées.

Dans les mines d'or qui sont répandues aux environs du *Simplom* et du *Mont-Rose*, on se sert de petits fleurets qui sont entièrement en acier; l'entretien en est plus facile, mais ils sont plus fragiles que les autres : ils ne sont arrondis qu'à la tête et à la pointe,

le reste est carré. L'on recommande aux mineurs de les coucher à plat et de ne point les dresser, comme on le fait ordinairement; ils se brisent en tombant ou par le moindre choc.

La trempe des pointes et des fleurets dépend de la dureté de la roche; mais on peut dire en général que le maréchal doit laisser revenir au bleu pour les grès houillers, et à la couleur d'or seulement pour le quarz.

LES CURETTES.

Les curettes (pl. X, fig. 5), ainsi que leur nom l'indique assez, sont de petits outils de fer plat qui sont terminés d'un bout par une boutonnière et de l'autre par une petite râcle qui entre facilement dans le trou fait par le pistolet, et avec lequel on cure la pierre qui a été écrasée par les coups du fleuret : comme il arrive souvent que l'on mouille l'intérieur du trou pour faciliter le travail, il se forme une boue visqueuse, dont on retire la plus grande partie avec la curette, et c'est avec un mauvais chiffon de linge ou de papier fixé à la boutonnière que l'on achève d'essuyer et de sécher l'intérieur du trou.

LES ÉPINGLETTES.

Les épinglettes (pl. X, fig. 3) sont de petits outils de fer, qui ont la forme d'une petite broche pointue et très-effilée, qui se termi-

nent d'un côté par une pointe et de l'autre par une boucle. Cet outil est destiné à conserver dans la bourre le trou qui doit recevoir les cannettes et la mèche qui doit y mettre le feu.

Il importe que les épinglettes soient fabriquées en fer très-doux, qu'elles n'offrent point de bosses ou de renflemens dans toute leur longueur, et qu'elles aient assez de force pour souffrir l'effort que l'on doit faire pour les retirer du milieu de la bourre qui les a fortement serrées. Nous verrons bientôt que la plupart des accidens arrivent au moment où l'on retire l'épinglette du milieu de la cartouche; ce qui a engagé plusieurs exploitans à les faire exécuter en laiton, parce que le frottement du fer contre la roche peut produire assez de chaleur ou assez d'étincelles pour mettre le feu et faire partir le coup entre les mains du malheureux ouvrier.

Dans les carrières de granit de Baveno en Italie, on fait usage d'épinglettes en laiton, ainsi que dans les mines de fer spathique de Bendorff près Coblenz, dans celles d'argent d'Emez et de Holzabel dans le pays de Nassau, etc.

LES BOURROIRS.

Le *bourroir simple* (pl. X, fig. 4) ressemble à un burin ou pistolet, il est de la même grosseur; mais l'extrémité, au lieu d'être coupante, est plate, et présente une sorte d'é-

chancrure ou de gouttière qui monte à une certaine hauteur et qui est faite pour embrasser l'épinglette, qui est toujours dans le trou au moment où l'on bourre. Il faut bien se garder d'aciérer l'extrémité inférieure des bourroirs, car il en résulterait nécessairement des étincelles qui allumeraient la charge. La longueur des bourroirs varie suivant la profondeur des trous; mais, afin de ne pas trop les multiplier, il est bon de leur donner 15 à 18 pouces (0,16) et d'en aciérer la tête.

Le *bourroir à terre grasse* (pl. X, fig. 8). L'usage de cet outil est tout-à-fait différent de celui du bourroir simple; car il sert, comme son nom l'indique assez, à bourrer ou chasser de la terre grasse dans les trous qui s'emplissent d'eau, en raison des filtrations qui suintent à travers de légères fissures que l'on a traversées avec le fleuret et qui, en mouillant la poudre, s'opposeraient à son inflammation. Ce bourroir est rond à son extrémité, mais il devient insensiblement plus gros, en allant du côté de l'œil, qui est fait pour que l'on puisse passer un burin ou une pointe à travers pour le faire tourner, l'ébranler et le retirer du trou où il a été chassé avec force au milieu de la terre grasse qui a dû boucher les fissures, ainsi que nous allons le voir à l'instant en parlant du tirage à la poudre.

LA DRAGUE. (Pl. X, fig. 1.)

La *drague* est un grand fleuret qui a quel-

quefois 12 à 15 pieds (4 à 5 mètres) de long, qui est d'une grosseur proportionnée, et dont on se sert pour faire de grands coups de mine au jour, pour abattre des bancs de rochers d'un seul coup, ou pour aller à la recherche des vieux travaux inondés dans l'intérieur des mines. Un coup de drague ne peut pas ouvrir une voie d'eau assez considérable pour que l'on ne puisse point avoir le temps de se sauver, tandis qu'un coup de mine peut déboucher tout un vaste réservoir et noyer les ouvriers avant qu'ils puissent avoir atteint un lieu de refuge.

La drague se manœuvre par deux ou trois hommes, qui la soulèvent et la font retomber alternativement, et elle exige, quand on veut charger son trou, un bourroir, une curette et une épinglette de même longueur qu'elle.

TROISIÈME GROUPE.

Instrumens qui servent à l'éclairage.

LES LAMPES.

Il y a trois sortes de lampes de mineur, qui ne diffèrent que par la forme et la matière dont elles sont faites ; mais le principe sur lequel est fondé leur exécution est le même, savoir : que l'huile soit hermétiquement fermée et que la lampe puisse tomber sans se vider. Or, on parvient facilement à ce but en fermant la lampe, soit avec un couvercle qui est fixé par la mouchette, soit

par un bouchon qui sert aussi de porte-mèche et qui ferme à bayonnette ou autrement.

Les lampes de cuivre et de fer-blanc qui sont les plus communes, ont presque la forme d'un cœur (pl. XI, fig. 3). La mèche sort par la pointe, le dessus porte un petit couvercle à charnière que l'on ferme au moyen de la petite mouchette qui fait l'office de verrou, et que l'on ouvre pour changer ou nettoyer la lampe. A l'opposé de la mèche est une pièce courbe qu'il est bon de renforcer, et à laquelle on attache la queue de fer qui se termine en crochet et qui sert à suspendre ou à fixer la lampe soit à la roche, soit au boisage : c'est aussi par ce crochet que le mineur porte sa lampe sur le pouce, quand il descend à l'échelle; ce qui lui laisse la main presque entièrement libre pour se tenir aux échelons.

Les lampes de fer-blanc coûtent 1^{f} 50^{c}, y compris le crochet : celles de cuivre reviennent à 4^{f}, et celles de fer brasé, qui sont les meilleures à mon avis, coûtent jusqu'à 6^{f}. Toutes ces lampes contiennent ordinairement deux onces d'huile, qui suffisent à un travail de huit heures consécutives. Les deux pointes que l'on remarque à la base de la queue de fer, sont destinées à éloigner la lampe de la roche, de manière à ce qu'elle pende toujours librement et que l'huile ne puisse pas tomber à la longue par le porte-mèche.

Les rouleurs doivent avoir des lampes un peu plus grandes, parce que, leur travail exigeant un mouvement continuel, l'huile et la mèche brûlent plus vite que dans la lampe du mineur, qui ne change point de place.

A Pesey, en Savoie, sous l'administration française, on délivrait un peu moins de deux onces d'huile aux mineurs et deux onces d'huile aux rouleurs, caporaux; même usage à Servoz. On ne se sert dans le Nord que des huiles de noix ou de lin; mais dans le Midi on brûle des huiles d'olive communes, et l'on doit toujours préférer celle qui est faite depuis quelques mois et qui a eu le temps de faire son dépôt. Au Hartz on brûle du suif de cheval de Russie dans des lampes ouvertes. A Idria et à Freyberg on s'éclaire avec des chandelles de cent quarante à la livre, et l'on en brûle dix-huit en huit heures. En Angleterre et dans la principauté d'Orange on brûle de l'huile de baleine; dans les salines de la Gallicie on brûle actuellement du naphte, et l'on trouve qu'il éclaire mieux que les autres huiles dans les mines où l'air n'est pas bon. Le naphte, le pétrole et l'huile d'os brûlent encore très-bien dans un air où le suif et les autres huiles s'éteignent. Dans le comté de Lamarck, en Westphalie, il existe quelques petites mines où les ouvriers s'éclairent à la lueur d'un morceau de racine de pin; enfin, M. Ryan, de Netherton, en Angleterre, prétend

s'être servi du gaz hydrogène qui sort de la houille pour l'éclairage, en le portant à telle ou telle place au moyen d'un tuyau de fer-blanc.

Le prix des huiles et du suif varie avec le pays et l'abondance des graines oléagineuses. En 1812, l'huile de noix se payait à Pesey 1^{f} 60^{c} le kilogr.; en 1816, elle valait à Rive-de-Gier et à Saint-Étienne 1^{f} 70^{c} le kilogr.; en 1814, à Servoz, en Savoie, l'huile de noix valait 4^{f} le pot, les deux kilogr.; en 1827, au Lardin, en Périgord, la même huile de noix ne coûtait que 90^{c} à 1^{f} le kilogr., mais il s'en récolte une très-grande quantité dans ce département; enfin, en 1828, l'huile d'olive commune se vendait en Provence 1^{f} le kilog.: elle éclaire fort bien et fait peu de fumée.

Les *chandeliers* de mineur sont de petits instrumens de fer, qui varient de forme dans chaque pays, mais qui sont tous armés d'une pointe qui sert à les fixer, soit au chapeau du mineur, quand il descend à l'échelle, soit dans la roche ou dans le boisage pendant qu'il travaille. En Angleterre, on fixe la chandelle dans une pelotte de terre grasse: on se sert beaucoup de chandelle en Allemagne et en Cornouailles, parce qu'on a remarqué qu'elle fait beaucoup moins de fumée que l'huile; mais en France ce sont les lampes et l'huile qui ont la préférence: la figure 2 de la planche XI représente un de ces chandeliers.

Les *lanternes* de verre ou de corne sont aussi en usage dans quelques mines où le tirage de l'air est trop actif et où l'on brûle de la chandelle. Mais on doit bien penser qu'un petit meuble aussi fragile doit avoir une foule d'inconvéniens dans les travaux souterrains. Il n'en est pas ainsi de la lanterne de Davy, dont nous renvoyons la description au chapitre qui est consacré à la conservation des hommes et des travaux; puisque cet ingénieux instrument n'a d'autre but que de préserver les mineurs de l'atteinte des détonations du gaz hydrogène ou du *grisou*, qui infeste un si grand nombre de mines de houille. La planche XI, figure 1, représente cette lanterne de sûreté perfectionnée.

LES BRIQUETS.

Le *briquet* ordinaire est un instrument tout-à-fait indispensable au mineur : chacun d'eux doit avoir une petite poche de cuir contenant un briquet, une pierre à feu, de bon amadou et quelques bouts de mèche soufrée. Les lampes, et surtout les chandelles, sont exposées à être éteintes par une infinité d'accidens; il est vrai que si plusieurs mineurs travaillent sur le même point, toutes les lampes s'éteignent difficilement à la fois; mais cela peut arriver cependant par la commotion d'un coup de mine, et il y a au moins perte de temps, si l'on est obligé de sortir

des travaux à tâton, pour aller chercher du feu, tandis qu'à l'aide du briquet, quelques secondes suffisent pour les rallumer.

Le *grand briquet d'éclairage* était fondé sur ce qu'une suite d'étincelles détachées par le choc d'un morceau d'acier sur une pierre à feu suffit pour éclairer un mineur, sans qu'elles soient susceptibles d'enflammer l'hydrogène carboné, nommé grisou dans les mines. On avait donc, avant qu'on eût trouvé le moyen de porter de la flamme impunément au milieu de cet air inflammable et détonant, construit des roues d'acier qui frottaient, en tournant, contre des pierres à feu, et qui en faisaient jaillir des étincelles assez brillantes pour éclairer suffisamment la tête d'une galerie, ou le front d'une taille; mais aujourd'hui, grâce à la lanterne de Davy, l'on a abandonné ce mode d'éclairage, qui devait être fort incommode et même assez coûteux, puisqu'il fallait qu'un ouvrier tournât continuellement la manivelle qui mettait ce grand briquet en jeu. Cet appareil était particulièrement employé dans les houillères du pays de Liége.

Tels sont à peu près les outils et les meubles qui sont particuliers aux mineurs; ils se servent aussi de haches, d'herminettes, de ciseaux, de scies, de marteaux, de tarières, de percerettes, de tenailles, de pinces, de valets d'enclume, et d'une foule d'autres outils qui sont communs aux charpentiers et aux maré-

chaux; mais comme ils n'ont rien de particulier, et qu'ils ne diffèrent point de ceux qui meublent la boutique de ces artisans, il est fort inutile de les décrire.

Je ne puis terminer ce que j'ai cru devoir dire sur les outils en général, sans indiquer quelle est la quantité de chaque espèce qu'il convient de se procurer pour un nombre donné d'ouvriers.

Je suppose d'abord que l'atelier est pourvu d'une petite forge et d'un maréchal mineur assez habile pour entretenir les outils et les aciérer au besoin : partant de là, je dirai que pour un chantier de 20 mineurs travaillant à la poudre, il faut 150 burins ou fleurets, dont 100 distribués et 50 en magasin; 50 pointes, dont 20 distribuées et 30 au magasin ou à la forge; 25 curettes, 25 épinglettes, 25 bourroirs simples et 10 bourroirs à terre grasse, si le terrain n'est pas trop humide: de cette manière chaque mineur aura sa curette, son épinglette, son bourroir simple, et il en restera suffisamment en magasin pour remplacer ceux qui deviendraient hors de service. Quant aux bourroirs à terre grasse, un suffit pour deux, à moins cependant que le terrain ne soit très-mouillé; alors il faudrait en compléter le nombre et le porter aussi à 25. Il faut 40 gros pics; 40 pelles; 20 râcles; 4 palfers; 5 grosses masses ou battrans; 50 coins assortis et 40 masses à main.

Chaque mineur ou manœuvre doit avoir

sa lampe et son briquet d'uniforme; l'établissement doit les faire confectionner avec soin, les distribuer à ceux qui en manquent, et en retenir la valeur sur la paye du mois. Les coins, les pelles, les pics et les masses, sont les outils qui s'usent le plus ordinairement; aussi convient-il d'en avoir toujours en magasin, et d'en tenir constamment le nombre au complet.

C'est au maître mineur à veiller à ce qu'on ne lui laisse manquer d'aucun des outils essentiels à son chantier; c'est lui qui doit faire réparer ceux qui en sont encore susceptibles, et qui doit réformer tous ceux qui sont hors de service. Il faut que son magasin soit tenu avec ordre et propreté, que son état soit toujours au courant; mais il faut surtout éviter qu'il soit trop chargé de provisions, ou d'un trop grand nombre d'outils de rechange. J'ai vu de près l'inconvénient que je signale ici, et je puis assurer qu'il en résulte un gaspillage général, dont le résultat n'est point à dédaigner, et c'est pour le diminuer par tous les moyens possibles, que je conseille de donner l'éclairage aux ouviers en argent, ou de le comprendre dans le prix de leur journée ou de leur travail; de marquer leurs outils, afin que l'on sache toujours quel est l'ouvrier qui perd, casse ou égare habituellement les siens.

Je ne suis point d'avis, au contraire, de faire payer la poudre; l'expérience m'a ap-

pris que les ouvriers, afin de l'épargner, brisent un plus grand nombre de pics, de manches et de coins.

Les tourillons et les essieux de toutes les machines doivent se graisser avec de la graisse de rebut, de porc, ou mieux encore de bouc, qui dure davantage; mais les machines plus soignées exigent de l'huile, et même de l'huile d'olive. Or, quand l'expérience a appris la quantité qu'il en faut employer par mois ou par semaine, il est bon de régulariser cet article comme tous les autres. On emploie avec succès, pour le graissage des engrenages de fonte, un mélange de dix parties de saindoux et de deux parties de plombagine passée au tamis de soie.

On doit toujours avoir une certaine provision de clous, de planches, de fer et d'acier; mais si l'on est voisin des fournisseurs, il en faut prendre fort peu à la fois, car plus on en a, et plus on en use; et à cet égard, je n'ai jamais rencontré d'ouvrier tant soit peu économe. Comme la grosse clouterie est un objet de dépense assez considérable, surtout pour le boisage d'un grand puits, on trouvera une économie de 50 pour 100, à se servir des clous et des chevilles provenant de la démolition des navires, si l'on est voisin des ports de mer. Les chevilles neuves coûtent 50^{f} les 50 kilogr., et les vieilles, qui font un fort bon usage, ne coûtent que 25^{f}, choisies une à une.

§. 2.

Consistance, entaille et abattage de la roche.

Les roches ou les pierres que les mineurs et les carriers sont obligés de briser et d'enlever, pour se frayer un chemin dans l'intérieur de la terre, creuser des puits ou excaver des carrières, varient infiniment, non-seulement de dureté, mais surtout de consistance et de ténacité, et c'est dans la connaissance parfaite de ces différentes qualités, et dans l'application des moyens et des outils qui conviennent à telle ou telle roche, que réside en partie l'art du mineur et du carrier.

On peut diviser les roches, sous le rapport de leur consistance, en huit sections.[1]

1.° Les *roches éboulueses et pulvérulentes* sont les sablons, les sables et les graviers; ils s'exploitent avec la pioche et la pelle, et ils exigent un talus de 45 degrés pour se soutenir d'eux-mêmes.

---

1 Werner divisait les roches, sous le rapport de leur solidité et de la résistance qu'elles opposent au travail du mineur, en cinq degrés; savoir :

1. Roches éboulueses;
2. Roches tendres;
3. Roches peu solides;
4. Roches solides;
5. Roches extrêmement solides.

2.° Les *roches tendres et friables* sont les sables agglutinés qui s'écrasent entre les doigts, à la manière du sucre grossier.

On les exploite à l'aide du pic et des coins, et ils se réduisent en sable par le plus léger coup de masse.

Le soleil, la pluie et la gelée les désagrègent, rongent leur surface et les réduisent en sablon ou en sable plus ou moins grossier; tels sont les grès *pouffs*, certains grès houillers, etc.

3.° Les *roches pourries* sont celles qui ne peuvent s'abattre en gros blocs, qui sont pénétrées d'eau et d'argile, et qui n'exigent que le pic et la pelle : quelques schistes, dont les feuillets sont brisés dans tous les sens, et dont certains filons stériles sont remplis, présentent cette variété.

Les glaises, les argiles et certaines marnes, qui s'exploitent avec la pioche ou la pelle coupante, pourraient se ranger dans cette section; mais cependant ce que les mineurs appellent roches pourries, se rapporte plutôt à celles qui paraissent avoir été plus solides dans l'origine qu'elles ne le sont actuellement. Les roches pourries apportent souvent de l'eau dans les travaux.

4.° Les *roches feuilletées* sont celles qui se séparent en tables ou en feuillets plus ou moins épais, quand on vient à chasser un coin dans le sens de leur fil, et que l'on agit à peu près de la même manière que lorsque l'on veut fendre du bois.

Telles sont les ardoises et toutes les roches qui s'en rapprochent par leur contexture. On les attaque avec les coins et les leviers, mais on les divise à l'aide de lames de fer très-minces. Tous les schistes et certains calcaires fossiles appartiennent à cette section.

Les roches très-micacées, telles que les gneiss, sont aussi susceptibles de se diviser en feuillets, mais qui sont infiniment plus épais et moins réguliers que ceux des schistes, en sorte que l'on est souvent obligé de les attaquer avec de très-petits coups de mine, et ces pétards sont plutôt destinés à disjoindre et à soulever les feuillets qu'à les détacher complétement; les coins et les leviers achèvent ce que la poudre a commencé.

5.° Les *roches fracturées* sont celles qui présentent une foule de fissures dirigées dans tous les sens, et qui donnent naissance à des blocs irréguliers qui sont accrochés et enchevêtrés les uns dans les autres, de manière à ce qu'il devient souvent très-difficile de les arracher. La poudre fait peu de chose dans ces roches, et si l'on est privé de la faculté de pouvoir les découvrir de loin et sur un grand front, on avance fort difficilement.

Une telle roche dans une galerie ou dans un puits devient très-coûteuse à traverser, ce n'est qu'à force de coins et de leviers que l'on parvient à s'en rendre maître. Dans une carrière dont le champ est tant soit peu vaste, on s'aperçoit bientôt qu'il y a un sens

dans lequel on peut éprouver moins de difficulté que dans tout autre; et c'est à l'ouvrier à tenir son chantier bien net et bien découvert, afin qu'il puisse juger des places qui sont susceptibles de céder, ce qu'il ne pourrait apercevoir s'il se laissait encombrer par les déblais. On trouve souvent des quartiers qui sont disposés comme les voussoirs d'une voûte, et il suffit d'en écraser un pour dégager aisément tous les autres.

Les calcaires compactes jurassiques et alpins sont souvent fracturés et d'une exploitation difficile.

6.° Les *roches tendres et tenaces* sont celles qui permettent aux outils de pénétrer dans leur masse, qui se mâchent, qui se compriment, mais qui fendent très-difficilement. Les serpentines, les argiles schisteuses, sont souvent dans ce cas, et pour les abattre on n'a point d'autre parti à prendre que de les couper à droite et à gauche avec des *becs de cane* bien aciérés, et de chasser ensuite plusieurs gros coins *camards* les uns à côté des autres et vers le milieu du massif que l'on veut abattre.

Les argiles marbrées qui avoisinent le grès rouge dans les terrains houillers sont dans cette section; autant elles sont faciles à attaquer à la surface de la terre, où l'air les émiette et les fendille, autant elles sont tenaces et peu traitables à une certaine profondeur: on les attaque comme les argiles

schisteuses. Ayant été obligé d'en abattre un très-grand massif pour le nivellement d'un terrain, je le fis simplement couper à droite et à gauche, je le dégageai bien sur le devant, et je le renversai avec une forte charge de poudre. Ce bloc d'argile marbrée, qui équivalait à près de 300 mètres cubes, fut tellement ébranlé par la poudre et par la chute, qu'on l'enleva avec des pioches, des pelles et des brouettes, comme un simple déblai.

Quand on chasse une galerie dans une roche tendre et tenace à la fois, on place un mineur de chaque côté, on leur fait faire deux entailles d'environ 6 pouces (0,16) de largeur, et quand elles sont assez profondes, on fait usage des gros coins.

7.° Les *roches vives et cassantes* sont les plus avantageuses pour les ouvriers, parce qu'ils sont certains de faire beaucoup d'ouvrage, s'ils ont soin de bien placer leurs coups. *Une roche qui casse bien*, en terme de mineur, et qui est dure à percer, est plus avantageuse qu'une roche tendre et qui casse mal.

On ne peut attaquer les roches vives qu'à l'aide de la poudre; car la pointrolle est d'un si faible effet, qu'on ne doit en faire usage que dans des cas particuliers, où l'on aurait à craindre les effets de la commotion, où l'on chercherait à ménager un minerai très précieux, etc.

Les granits à grain fin, les trapps, les por-

phyres et certains grès, appartiennent à cette section. L'explosion qui les brise est toujours très-bruyante. Les débris en sont lancés au loin, et coupent quelquefois des pièces de bois fort grosses. Le mineur doit s'éloigner davantage, ou se mettre à l'abri plus soigneusement quand il travaille sur une roche vive, que quand il attaque une roche molle. J'ai vu monter des éclats de grès dur à cent pieds de hauteur perpendiculaire, venir couper le câble sur le tour d'un puits, et entrer dans les bois de la couverture.

8.° Enfin, les *roches dures et tenaces* sont assez rares; car, en général, les roches qui sont difficiles à percer, cassent fort bien: il y a cependant des quarz et des granits qui présentent cette double difficulté, et c'est particulièrement sur ces roches intraitables que l'on doit avoir recours à l'action du feu; procédé qui consiste à calciner le rocher au moyen d'un feu vif que l'on dirige à sa surface, et qui le rend moins tenace et susceptible de céder à l'effort du pic et du coin.

Il existe un grand nombre de vieux ouvrages de mine dans les Alpes et ailleurs, où l'empreinte du feu est encore très-reconnaissable, entre autres à Alloüe, près Confolens, département de la Charente, où M. Legentil Laurence a encore trouvé des restes de bûchers à moitié brûlés; mais aujourd'hui ce moyen est à peu près abandonné, en raison de la rareté des bois et d'une foule d'au-

tres inconvéniens qui résultaient de la fumée, de la chaleur et de l'encombrement qui doivent être la suite nécessaire d'un pareil mode d'exploitation, que l'on pratique cependant encore au Rammelsberg et en Saxe, dans plusieurs mines d'étain, où le bois de sapin est à si bas prix que ce procédé est beaucoup plus économique que l'abattage à la poudre.[1]

Il est probable qu'à l'époque où l'on employait le feu comme agent pour l'abattage de la roche, l'on y admettait aussi l'action non moins efficace de l'eau froide, qui, projetée à la surface d'une roche fortement échauffée, devait y déterminer une infinité de fentes et de fissures qui contribuaient beaucoup au succès de la première opération.

L'histoire, mille fois répétée, du rocher d'Annibal, vient à l'appui de cette présomption; car si l'honneur de l'invention appartient au grand capitaine, il est plus que probable qu'il fut imité par les exploitans de cette époque.

Un rocher calciné dissous par le vinaigre est un tour de force, qu'il faut cependant réduire à sa juste valeur. Quel était ce rocher? de quoi était-il? Nous n'en savons rien, puisque les historiens et les antiquaires ne sont pas d'accord sur le lieu précis du passage des Alpes.

---

1 Manès, Annales des mines, tom. IX, pag. 292.

Le grand et le petit Saint-Bernard, le Mont-Cenis, le Col de Tende, se disputent cet honneur : or, les roches ne sont pas là partout les mêmes. Un rocher de la grosseur d'un de nos caissons pouvait barrer le passage aux éléphans d'Annibal dans un défilé, et dix sapins suffisaient pour l'échauffer assez pour que de l'eau froide le fît éclater. Ce vinaigre, qui paraît jouer un si grand rôle dans cette opération, est précisément la preuve que l'obstacle était fort mince, puisqu'on préféra sacrifier une portion de cette provision de l'armée, plutôt que de prendre la peine d'aller chercher de l'eau, qui abonde à peu près partout dans les Alpes; car ce n'est pas comme acide, mais comme liquide froid, que le vinaigre a dû agir dans cette circonstance à jamais mémorable.

La houille et la tourbe surtout, ne pouvant être considérées comme rocher, n'ont pas dû trouver ici leur place, aussi décrirons-nous ailleurs les moyens employés pour leur extraction.

Après avoir décrit les outils dont on se sert pour briser et entailler les différentes roches que l'on rencontre dans les travaux des carrières et des mines, il convient, ce nous semble, de donner une idée précise du tirage à la poudre, et nous prendrons pour type de cette opération la méthode que l'on suit en Allemagne, parce que c'est le pays classique pour les mineurs.

TIRAGE D'UN COUP DE MINE.

Je laisse parler un vieux caporal tyrolien (Pierre Kirchner): « Après avoir dégagé de deux côtés au moins la masse dans laquelle on veut placer un coup de mine, on examine attentivement s'il n'existe point quelques fentes qui pourraient faire manquer le coup, et on le place de manière à ce qu'il soit oblique et dirigé en dehors, c'est-à-dire qu'il s'éloigne par sa partie inférieure de la portion du roc qui tient à la montagne. Un coup de mine percé perpendiculairement dans un roc non dégagé (pl. X, *a*), se décharge par la bourre, comme un coup de fusil, ou enlève tout au plus quelques écailles de roche vers sa partie supérieure.

« Un coup placé comme *b* est pris trop faible, un coup placé comme *d* est pris trop fort, se décharge et ne casse pas; c'est le coup *c* qui est le mieux pris et le mieux dirigé : après avoir ainsi choisi sa place, on commence toujours son trou avec la pointe, et quand il est marqué, on prend un pistolet court et un peu plus gros que les plus longs qui doivent suivre : on tient le pistolet ou le fleuret de la main gauche, et à chaque coup de masse on lui fait faire un douzième de tour environ, de manière à ce qu'il soit toujours dégagé. Les mineurs qui sont encore novices et qui n'ont pas la main accoutumée, tiennent leur masse tout au-

près du fer, ils l'*étouffent*, disent les anciens; mais ceux qui sont faits au travail, la tiennent par le bout du manche et produisent beaucoup plus d'effet. On mouille toutes les fois que l'on travaille en descendant et dès que le trou a trois pouces de profondeur, et l'on met autour du fleuret une rondelle de cuir, de corde ou de chapeau (pl. X, fig. 11 et 12), pour empêcher la boue de sauter aux yeux : alors la curette sert fort peu, car la pâte qui se forme jaillit presque toute au dehors; plus la roche est dure, moins il se forme de pâte et moins on se sert de la curette; mais quand on perce dans le tendre ou à sec, ce petit outil est indispensable. Dès que le trou a la profondeur convenable, on le sèche avec du papier gris fixé dans la boutonnière de la curette, ou mieux encore, avec de vieux chiffons. Mais si ce moyen ne suffit pas, et que l'on s'aperçoive qu'il y a des suintemens, on commence par remplir le trou à moitié avec de la terre grasse mouillée, et on la chasse avec un bourroir particulier (que nous avons décrit ci-dessus), afin de boucher les fissures par où l'eau s'infiltrait. On cure de nouveau, et l'on recommence à introduire de nouvelle terre grasse, jusqu'à ce que la curette sorte bien sèche.

« J'ai vu des Piémontais étancher leurs trous en y chassant des chandelles en place de terre grasse; mais ce moyen, beaucoup trop coûteux, ne s'exécute qu'en cachette et

dans les mines où l'on s'éclaire avec la chandelle : dans tous les cas, il serait plus économique de se servir de suif brut.

« Dès que le trou est parfaitement sec, on y verse la poudre, s'il va en descendant, on y met la cartouche toute faite, s'il va en montant; on descend un tampon de papier sur la poudre, on le serre doucement avec un bourroir, on le perce ensuite avec l'épinglette, que l'on fait glisser sur le côté en touchant la roche et de manière à ce qu'elle pénètre de 5 à 6 pouces dans la poudre.

« On bourre ensuite avec de la terre grasse sèche, du rocher pourri, de la brique, de la pierre à plâtre ou du mâchefer (cette dernière bourre est préférée pour le rocher dur) : on recouvre le coup d'un peu de terre grasse humide, avant de tirer l'épinglette, afin qu'il ne puisse rien tomber dans le trou qu'elle laisse à sa place.

« On tire l'épinglette, en passant un fleuret dans sa boucle, en donnant de petits coups en dessous et en la soulevant petit à petit avec précaution, afin que le frottement qu'elle éprouve contre le rocher ne puisse pas faire feu.

« L'épinglette étant sortie, on introduit à sa place deux ou trois canettes, suivant la profondeur du trou; on les consolide bien les unes au bout des autres; on serre légèrement celle qui sort de quelques lignes au-dessus du trou, et l'on y place la mèche soufrée qui

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

doit y porter le feu, en ayant soin de passer cette mèche dans la flamme de la lampe avant de la poser, dans la crainte qu'il ne se soit attaché quelque grain de poudre à sa surface. On renverse le bout de la mèche en dehors de la canette, en ayant soin encore de la tourner à l'opposé du vent, afin que la flamme ne soit point jetée sur la canette. Le mineur, après s'être asssuré que rien ne s'oppose à sa retraite, et après avoir averti ceux qui sont trop près, allume sa mèche, se retire et le coup part. Il revient ensuite, examine l'effet produit, frappe sur la roche avec sa masse, pour reconnaître toutes les parties qui ont été fendues, ce qui se distingue parfaitement au son particulier que la masse fait entendre: c'est ainsi que l'on s'assure de la solidité du toit; quand il *tambourine*, il faut le faire tomber ou le soutenir. »

Telles sont les différentes manœuvres que le tirage d'un coup de mine exige; mais il nous reste à examiner chacune des parties séparément, afin de pouvoir y faire les observations dont elles sont susceptibles.

LA POUDRE.

La poudre de mine française est composée de

Soufre	20	100,0.
Nitre ou salpêtre. . .	65	
Charbon	15	

Elle est en grains anguleux, et elle est d'au-

tant meilleure, qu'elle tache moins quand on y plonge la main. Elle coûte dans les entrepôts 2^f 75^c le kilogramme, ou 137^f 50^c le baril de 50 kilogrammes, à quoi l'on ajoute 7^f pour le sac et le baril : en détail, on la paie 3^f le kilogramme.

En France et en Angleterre on emploie la poudre pure, mais en Allemagne on la mêle à différentes substances par économie et pour en augmenter l'effet. Vers 1817 on apprit que l'on se servait au Brésil d'un mélange de poudre et de racine de *jatropha*, dont on se trouvait fort bien; mais on reconnut que la sciure de bois produisait le même effet, et les premiers essais en furent faits à Tarnowitz; puis cette méthode s'introduisit successivement dans toutes les mines d'Allemagne; plus tard, le hasard fit découvrir que la *colophane* produisait des effets plus marqués encore, et on la substitua à la sciure de bois dans le grand-duché de Bade. M. l'ingénieur Manès, de qui je tiens ces détails, a fait lui-même une série d'expériences qui lui ont donné d'assez bons résultats, et depuis quelque temps je fais mêler ⅓ de sciure de bois de sapin à ⅔ de poudre, et je m'en trouve fort bien aussi.

LA CARTOUCHE.

La cartouche se fait avec du papier gris, que l'on taille en triangle et que l'on roule

sur un mandrin de bois rond : une feuille fait 4 cartouches et chacune d'elles peut contenir 2 onces de poudre; 16 cartouches par kilogramme. Il arrive quelquefois que l'on goudronne les cartouches, afin de pouvoir tirer sous l'eau; mais quand il s'agit de faire sauter des rochers à une certaine profondeur, on a recours aux cartouches de fer-blanc que l'on bourre avec des coins de fer, garnies d'une tige qui dépasse la surface de l'eau et au moyen de laquelle on peut porter le feu dans la cartouche.

LA BOURRE.

Après avoir fait glisser le tampon de papier par dessus la poudre, on bourre avec la substance qui paraît la moins capable de faire feu, et quoique le bourroir ne soit jamais aciéré par le bas, il arrive cependant beaucoup d'accidens pendant cette période du tirage. On doit donc, afin d'en diminuer le nombre, rechercher les substances les plus tendres, et qui, cependant, sont susceptibles de se tasser fortement.

La *tuile* et les *briques* mal cuites sont généralement préférées, mais cependant, il y en a beaucoup qui contiennent des grains de quarz.

La *pierre à plâtre*, quand on en est voisin, est très-sûre; je m'en suis servi pendant quatre ans, et je n'ai vu arriver qu'un seul accident.

Quant au *mâchefer*, il s'en faut de tout que ce soit une bonne bourre pour la sûreté de l'ouvrier; car les maréchaux se servent souvent de sable quarzeux pour sabler leurs pièces, et cette matière dure reste ordinairement dans le *mâchefer*.

M. Jessop a conseillé de remplacer la bourre forcée par du sable, que l'on verse par dessus la poudre et tout à l'entour de la canette, ce qui évite une grande partie du danger, puisque ce mode n'exige ni bourroir, ni épinglette. On a fait usage de ce moyen, avec beaucoup de succès, dans une partie des travaux de la route du Simplon, de l'Esterelle et dans plusieurs autres grands chantiers publics; mais il est malheureux qu'il ne soit applicable que pour les coups qui vont en descendant, et qu'on ne puisse guère l'admettre dans les travaux souterrains: je l'ai essayé au jour, j'ai éprouvé un assez grand nombre de ratées, et cependant j'ai appris que l'on fait usage de ce moyen dans les mines de sel gemme du Tyrol et de la Bavière. Il faut, pour réussir, que les trous aient au moins 18 pouces (0,50) de profondeur.

L'on a proposé de bourrer avec des bouchons de bois percés au milieu, et qui devaient laisser du vide entre la charge et le tampon. Cette méthode est très-efficace et produit beaucoup d'effet dans les roches dures. Le trou du tampon sert à passer la canette: on s'en sert aux mines de fer de l'île

d'Elbe et de la Tolfa, mais il y a de fréquentes ratées.

LES CANETTES.

Il y a trois sortes de canettes : celles qui se font avec des triangles de papier collé que l'on roule sur une très-petite broche de fer, de manière à former une espèce de petit tuyau, dans lequel on introduit de la poudre délayée dans de l'eau chaude, de l'eau-de-vie ou de l'urine fraîche. Ces petits tubes, dont une feuille de papier à cloche peut former une quarantaine, sont consolidés avec un peu de colle de pâte et sont susceptibles d'entrer les uns au bout des autres, de manière à former une sorte de baguette qui peut pénétrer jusqu'au milieu de la cartouche dans les trous de 15 à 18 pouces (0,50) et plus.

Ces canettes sont excessivement commodes, parce qu'elles se préparent d'avance, et que le mineur les trouve toujours dans son étui; mais elles ont l'inconvénient grave de conserver du feu après qu'elles ont fusé, ce qui cause de fréquens accidens; aussi il est prudent de n'approcher d'un coup qui a raté, que cinq minutes après que la canette a brûlé; car il arrive souvent que la poudre a allumé le papier, qui brûle lentement et finit par porter le feu dans la cartouche au moment où l'on n'y pense plus.

Les *canettes de paille* se font en fendant

une paille et la remplissant de poudre fine ou de poudre écrasée. Cette canette n'est pas plus sûre que celle de papier; elle ne peut se préparer d'avance, elle est longue à remplir, et l'on ne peut s'en servir qu'au jour: c'est la canette ordinaire des carriers.

Les *canettes de roseau* sont fort bonnes, parce qu'on peut les préparer d'avance, et que la poudre ne les allume pas, en sorte que, si le coup n'est point parti, l'on peut s'en approcher beaucoup plus tôt qu'avec les canettes de papier, qui conservent le feu.

Les canettes anglaises, faites avec des tuyaux de plumes remplis de poudre délayée, doivent être excellentes.

Il y a encore un autre moyen de porter le feu sur la cartouche sans faire usage de l'épinglette. Il consiste à préparer une canette creuse, assez solide pour que l'on puisse bourrer autour sans l'écraser; plusieurs doubles de papier suffisent : l'on remplit l'intérieur avec du pulverin ou de la poudre écrasée, bien tassée; on coupe cette canette à la longueur convenable, on la descend sur la poudre, on bourre et l'on allume, comme nous l'avons dit ci-dessus, avec les mêmes précautions, et la canette, après avoir fusé quelques secondes, met le feu sur la cartouche.

Je crois qu'il y a quelques avantages à porter ainsi le feu à la partie supérieure de la charge plutôt qu'au fond; car dans ce dernier cas une portion de la poudre ne brûle

que quand elle est hors du trou, et ne produit aucun effet utile, ainsi que cela arrive également dans toutes les armes à feu : c'est un fait connu de tous les artilleurs, qu'une partie de la charge brûle hors de la bouche du canon. Les mineurs ne sont point de cet avis.

Quand on fait de grands trous avec la drague, et que l'on perce plusieurs bancs dont quelques-uns sont tendres, on ne se sert point de canettes, et l'on sépare la charge en deux ou quatre places, de manière à ce que la poudre soit enfermée dans le rocher dur, et l'on remplit le trou de l'épinglette avec de la poudre fine que l'on fait glisser au moyen d'un fil de fer. On conçoit que chaque partie de la charge éclate séparément, à commencer par la moins profonde et finissant par celle du fond ; tandis que, si l'on se servait de canettes, ce ne serait que la première ou la dernière qui partirait. Ce mode de chargement ne s'emploie qu'au jour et pour effectuer de grands déblais.

LA MÈCHE.

On prépare les mèches soufrées, nommées *soufres* par les mineurs, en faisant passer trois brins de gros coton filé dans du soufre fondu, ce qui forme une petite baguette soufrée, que l'on coupe ensuite à la longueur convenable : deux pouces suffisent dans les cas ordinaires ;

mais si le mineur sait d'avance qu'il éprouvera quelques difficultés à s'éloigner, il coupe ce soufre à trois pouces, afin de se donner tout le temps de se mettre hors de danger.

Les carriers se servent souvent d'amadou et d'une traînasse de poudre pour mettre le feu à leur cartouche; mais ce moyen est beaucoup moins sûr que la mèche soufrée, parce que l'amadou brûle quelquefois très-irrégulièrement, surtout celui qui est préparé avec du nitre.

DES RATÉES.

Lorsqu'un coup ne peut point partir, et que l'on a essayé deux ou trois fois d'y mettre le feu, sans pouvoir y réussir, il ne faut pas s'y entêter davantage; car c'est presque toujours là le moment où les mineurs se tuent ou s'estropient.

Quand on se sera assuré, après avoir attendu quelques minutes, que les canettes n'ont pas brûlé, on les retire pour en placer d'autres, après avoir repassé l'épinglette pour s'assurer que rien n'est tombé dans le trou: mais si, après toutes ces tentatives, le coup se refuse à partir, il faut se décider à le noyer et à le décharger; ce qui se fait en versant de l'eau dans le trou de l'épinglette, en le débourrant avec le fleuret et la curette, et en ayant soin de verser de l'eau à mesure qu'on approche de la charge, afin d'être certain que la poudre en bouillie n'est

plus en état de prendre feu. Ceci arrive souvent dans les mines qui contiennent beaucoup d'eau; car, malgré que les mineurs aient soin d'entourer leur trou d'un petit rebord en terre grasse, l'eau s'infiltre en dessous, va mouiller la poudre, et c'est ce que l'on appelle un *coup noyé*.

DES ÉTUIS. (Pl. X, fig. 7.)

L'étui de mineur ne sert ordinairement qu'à renfermer ses canettes et ses soufres dans deux compartimens séparés; il est en bois, mais je recommande un étui de fer-blanc composé de trois tubes soudés les uns à côté des autres, et fermant chacun avec un couvercle à charnière. Dans le premier, l'on peut mettre quatre cartouches; dans le second, douze canettes, et dans le troisième, qui est fort court, on peut renfermer quelques soufres: de cette manière, le mineur, en entrant à sa place, emporte la provision de son poste et n'est pas exposé à la laisser mouiller. Ces étuis coûtent 2 f.

DU TIRAGE DES MINES SOUS L'EAU.

Il est assez rare que l'on soit obligé de tirer des coups de mine sous l'eau dans les travaux souterrains; mais cependant, comme il peut se présenter des circonstances où il le

faille absolument, nous dirons, d'après M. Baillet[1] :

Quand la roche n'est recouverte que de quatre à cinq pieds d'eau, on perce le trou de mine comme à l'ordinaire; on descend dans ce trou un étui de fer-blanc assez long pour qu'il dépasse la surface de l'eau, on y introduit une cartouche plus ou moins forte, on la pique avec l'épinglette, comme à l'ordinaire, et l'on bourre autour avec de la terre grasse ou du plâtre jusqu'à la hauteur qui correspond au sommet du trou fait dans le roc; enfin, on substitue la canette à l'épinglette et l'on allume, comme nous l'avons déjà expliqué.

Quand il n'y a que quelques pouces d'eau, et que le mineur voit son rocher, on peut se servir de cartouches goudronnées portant leurs canettes également goudronnées et faites avec de très-petits roseaux. La cartouche s'enveloppe avec du papier ou de la toile.

Le tirage à de grandes profondeurs sous l'eau, qui ne s'exécute guères que pour faire sauter des barres, des récifs ou des écueils, exige de tout autres précautions, et ne s'emploie jamais dans les mines. *Daniel Thumberg* en a donné la description dans son ouvrage sur les travaux exécutés à Carlscron, en Suède.

---

1 Baillet, Description des différentes méthodes du tirage des mines sous l'eau. Journal des mines, n.° 56.

§. 3.

Des échelles, des escaliers et autres moyens de descendre dans les mines.

Parmi les différens moyens de descendre dans les puits de mine, je ne balance pas à donner la préférence aux échelles, parce qu'il me paraît être celui qui offre le plus de sécurité.

Les échelles de mineurs sont verticales, quand elles sont placées dans un puits perpendiculaire; on les fixe au boisage par de gros clous; leurs montans sont carrés, et leurs échelons sont plats et toujours en bois dur. Chaque échelle a 10 pieds (3^{m},33), et on les assujettit les unes au bout des autres pendant 30 pieds ou 10 mètres environ, après quoi on les change de côté, afin de pouvoir placer de petits planchers de 10 en 10 mètres, qui servent de repos et qui permettent aux mineurs de monter et descendre à la fois dans le même puits.

Les échelons s'usent assez vite, parce que les mineurs portent ordinairement des galoches ferrées, et c'est pour cette raison que dans plusieurs mines d'Angleterre on a adopté des échelons de fer; je l'ai essayé aussi, mais j'y ai renoncé à cause du froid excessif de ces échelons, qui se recouvrent de glace en hiver, surtout quand les échelles sont pla-

cées dans le puits d'aérage, où le courant d'air est toujours très-vif. De bons échelons de chêne refendus durent assez pour que leur renouvellement ne soit pas trop fréquent.

Les échelles dites de perroquet sont fort incommodes; on les établit en perçant une pièce de bois et en la traversant par des échelons qui dépassent de chaque côté.

Ces échelles s'adaptent les unes au bout des autres à l'aide de chevilles en fer; on les suspend à l'embouchure du puits par des chaînes ou des câbles, et tout le reste ne tient à rien, en sorte qu'elles balancent comme un pendule, quand on monte et quand on descend.

Le puits de Dreikœnigruh de la mine de mercure du Posberg, en Palatinat, était desservi par une échelle de cette espèce, quoiqu'il eût 700 pieds de profondeur, quand je l'ai visité en 1809.

Les *escaliers* ne sont guère en usage que dans les mines dont l'entrée est inclinée; on les entaille dans la roche quand elle est assez solide, ou bien on les compose de pièces de bois qui en forment les marches. C'est ainsi que l'on pénètre dans les mines de houille de l'Aveyron, dans celles de lignite de la Provence, où il y en a plusieurs de 400 marches ou de 140 mètres de longueur, dans celle de Valcovargne, en Italie, et dans beaucoup d'autres. Lorsqu'ils sont par trop rapides, on fait régner une chaîne de fer du

haut en bas, qui sert de rampe et qui aide à monter ou à descendre.

On cite un très-bel escalier en bois dans les fameuses salines de Pologne, qui est réservé pour les grands personnages qui les visitent; c'est par conséquent un ouvrage de luxe, qui n'est d'aucun intérêt pour nous. On en cite un autre à Fahlun, en Suède, qui descend à 50 toises, et un troisième à Idria, qui est voûté et qui plonge jusqu'au fond des travaux.

La manière de descendre dans les salines de la Bavière et du pays de Saltzbourg ressemble beaucoup à ces jeux nommés *montagnes russes*, puisque ce sont de petits chariots qui glissent sur des plans inclinés avec une assez grande rapidité. Cette *poste de montagne*, *Rollen*, ainsi qu'on l'appelle, est très-commode pour les curieux, et présente aussi quelques avantages pour le service. Mais de tous les moyens de descendre dans les puits, la *beine* est celui qui présente le moins de sécurité et qui est sujet au plus grand nombre d'inconvéniens. Si l'on n'a point d'autre moyen de sortir d'une mine et qu'il survienne un accident qui oblige tous les ouvriers à évacuer les travaux à la fois, ils se précipitent sur la beine, cherchent à s'y accrocher tous; les plus faibles et derniers venus ne peuvent sortir, ils sont forcés d'attendre que la beine soit montée et que l'autre soit descendue. La confusion fait perdre la tête à

ceux qui conduisent les chevaux ou qui gouvernent la machine, et les malheureux qui n'ont pu profiter du premier voyage sont perdus sans retour.

Si l'on n'a d'autre moyen de descendre que la beine, il peut arriver que l'on rencontre de mauvais air, que l'on ne puisse pas se faire entendre pour se faire remonter, et que l'on vous plonge malgré vous dans un air qui vous asphyxie.

Enfin, en mettant de côté tous les accidens qui résultent cependant assez souvent de la rupture des câbles, de l'emportement des chevaux, de l'inattention des conducteurs, etc., il est certain que les mineurs qui foncent un puits et qui ne peuvent demander à être remontés qu'après avoir mis le feu à leur mèche, peuvent être exposés à recevoir tout le coup de mine, si la machine ou les chevaux ne partent pas au premier signal.

Je conseille donc de ne jamais foncer de puits sans y établir de bonnes échelles à deux montans, et sans les maintenir en bon état, pour l'entrée et la sortie des ouvriers. Cent ouvriers peuvent se sauver à la fois par les échelles, et dix au plus peuvent s'accrocher à une beine.

Dans les mines du centre de l'Angleterre, à Dudley, Sheffield, Manchester, Newcastle, etc., les mineurs descendent dans les beines. Dans les mines métalliques de Cornouailles, du Derbyshire, du Devonshire, etc., ils des-

cendent à l'échelle par des puits qui appartiennent ordinairement à d'anciens travaux: il y a certaines mines où les directeurs et les employés supérieurs descendent assis dans des fauteuils, ou à califourchon sur des selles garnies d'étriers; moyens des plus mauvais, qui ne permettent pas au directeur de faire ses observations aux maîtres mineurs ou boiseurs au fur et à mesure qu'il descend, parce qu'il est seul.

Aux mines de houille d'Anzin, où les puits varient de profondeur entre 6 et 1500 pieds, il est défendu aux ouvriers de descendre par la beine; ils circulent par les échelles, et afin qu'ils en prennent l'habitude dès leur enfance, on donne une légère rétribution aux jeunes garçons, pour qu'ils ne fassent que monter et descendre les échelles. Cette espèce de gymnastique est bien entendue, et fait suite à l'éducation primaire que ces enfans reçoivent dans les écoles gratuites et mutuelles de ce magnifique établissement.

Nous avons décrit les indices éloignés, les indices prochains et les indices certains de la présence des minéraux utiles, leurs dispositions différentes dans le sein de la terre, et les vicissitudes auxquelles les couches et les filons sont assujettis; nous avons indiqué la marche qu'il faut suivre pour explorer la surface d'une contrée dans laquelle on soupçonne la présence de quelques minerais, les différens travaux, au moyen desquels on par-

vient à s'assurer de la présence et de l'abondance des substances qui font le sujet de nos exploitations; nous avons examiné tous les degrés de consistance ou de solidité des roches; nous avons décrit tous les moyens et tous les outils dont on fait habituellement usage pour les entailler ou les abattre, pour faire sauter les rochers, aplanir les obstacles, tirer des matériaux divers, et pour se frayer des routes souterraines, au moyen desquelles on peut aller à la recherche des minéraux les plus précieux, les plus rares ou les plus utiles.

Nous sommes donc arrivés au point où, tout étant reconnu et tout étant préparé pour asseoir une exploitation proprement dite, il ne s'agit plus que d'opérer par les moyens les plus économiques et les moins périlleux, l'extraction et l'enlèvement au jour des substances minérales qui font la base de nos exploitations, et c'est ce sujet important qui terminera ce second chapitre.

§. 4.

Exploitation des tourbières.

Le principal but que l'on doit chercher à atteindre, et les différentes conditions qu'il faut tâcher de remplir, lorsqu'on attaque une tourbière encore vierge, est d'en extraire la plus grande quantité possible de tourbe, avec toute l'économie et toute la prudence

que les localités comportent; de diminuer le moins qu'on pourra la valeur du terrain de la surface, et par dessus tout, d'assurer l'écoulement des eaux, tant pour le moment présent que pour l'avenir, afin de préserver la contrée des inconvéniens attachés aux grands dépôts d'eaux stagnantes et marécageuses.

On atteint ce but et l'on satisfait à ces différentes conditions, en commençant les travaux par la partie la plus basse de la vallée, par son extrémité la plus inférieure; en faisant usage d'instrumens particuliers qui accélèrent l'extraction, et surtout en ouvrant des tranchées, qui servent tout à la fois à l'assèchement des travaux et au transport de la tourbe au moyen de bateaux qui y sont spécialement destinés, et enfin en remblayant toutes les excavations qui en sont susceptibles avec les corps étrangers à la tourbe et avec celle qui n'est pas susceptible d'être versée dans le commerce: de cette manière on parvient, en divisant la tourbière en massifs isolés entourés de tranchées et de canaux, non-seulement à enlever toute la tourbe qui est susceptible de s'assécher, mais encore une portion de celle qui est submergée; car on pêche celle-là au moyen de différentes machines qu'on nomme *dragues*, et elle ne tarde point à prendre de la consistance en s'égouttant.

Comme il importe infiniment de rassembler sous le plus petit volume possible la plus

grande quantité de molécules combustibles, on profite de l'état de mollesse de la tourbe que l'on extrait au *louchet* ou que l'on pêche à la *drague*, pour la comprimer fortement dans des moules, ou bien, quand elle est à l'état de bouillie claire, pour la jeter dans des caisses percées de mille trous, et en former des couches que l'on rapproche avec des battes, des dames, ou en les piétinant. Quand cette substance molle est devenue tant soit peu solide, on la divise en briques parallélipipèdes, dont les dimensions varient suivant les pays et qui portent le nom de *tourbes*, *briques* ou *pièces*.

Ces tourbes, après avoir été séchées au soleil, sont empilées en forme de murs, dont on recouvre le faîte avec un toit de roseaux; et pour éviter les accidens qui pourraient résulter de l'embrasement spontané auquel cette substance est assez sujette, on évite d'en accumuler de trop grandes quantités dans un même magasin.

Des pelles coupantes à un ou deux tranchans, disposées à angle droit, qui divisent la tourbe en un ou deux sens à la fois, des espèces d'emporte-pièces, de grands caissons perforés, où la tourbe en bouillie s'égoutte et se comprime, des moules, des paniers, de petits bateaux, des dragues de plusieurs espèces, et une foule d'autres instrumens appropriés à cette exploitation toute particulière, en sont les accessoires essentiels et entrent pour

beaucoup dans le succès de ce genre d'industrie, qui est porté au dernier degré de perfection dans plusieurs parties de la Hollande, où le peuple, naturellement industrieux, est destiné par sa position topographique à lutter continuellement avec les eaux, et connaît mieux que tout autre l'art d'ouvrir une tranchée d'écoulement, d'élever une digue, de creuser un canal et toutes les opérations que l'on est forcé d'exécuter dans l'exploitation des tourbières.

Les principales tourbières connues et exploitées sont celles de Hollande, des environs de Magdebourg, du Hanovre, de la Westphalie, et en France, celles de la vallée de la Somme, de la Meurthe et du Doubs.

Il existe aussi des tourbières en Écosse et en Irlande, et l'on fait remarquer que ce combustible végéto-minéral est beaucoup plus répandu dans les pays froids que dans les pays méridionaux.

En exposant la série des indices de la présence des combustibles, des minerais et des eaux souterraines, nous avons décrit les circonstances particulières qui caractérisent les terrains tourbeux, et nous y renvoyons.

§. 5.

Exploitation des carrières.

Il y a deux espèces de carrières, les *carrières à ciel ouvert* et les *carrières souterraines*.

L'exploitation des carrières à ciel ouvert exige que l'on dégage la roche en la déblayant de la terre végétale et des terrains d'alluvion qui la recouvrent. On les attaque par la partie supérieure, on transporte les déblais à une assez grande distance, pour qu'ils ne puissent jamais encombrer le chantier, et pour que l'on ne soit point obligé de les charier une seconde fois. Cette opération préliminaire et préparatoire, qui doit s'effectuer sur une superficie assez grande et proportionnée à l'importance et à la durée présumée de la carrière, s'appelle *faire la découverte*; et c'est presque toujours pour ne lui avoir point assez donné d'étendue, que les carrières sont mal exploitées et que l'on n'en tire pas tout le parti possible.

La plupart des carrières de pierre à chaux, toutes les sablonnières, un grand nombre de carrières de pierres d'appareil, toutes les marbrières, les carrières de pierres meulières de silex, la plupart des ardoisières, des plâtrières, etc., sont exploitées à ciel ouvert, ainsi que l'alunière de la Tolfa, qui produit l'alun de Rome, et la mine de calamine d'Aix-la-Chapelle.

Il n'y a point de règles générales pour ce genre d'exploitation, les moyens varient avec la nature de la substance qu'on exploite, avec les circonstances locales, les usages, etc.; ainsi, par exemple :

Toutes les fois que les bancs ou les cou-

ches que l'on veut exploiter ont une épaisseur moyenne de 2 à 3 pieds (0,66 à 1^{m},00), et que ces bancs sont détachés d'avec ceux qui leur servent de lit, on commence à découvrir la couche que l'on veut exploiter, et l'on trace ensuite à sa surface des rainures assez profondes pour que l'on puisse y insérer de petits coins plats doublés de tôle, sur lesquels on frappe successivement; bientôt il se forme une fente dans toute l'épaisseur du banc, le bloc se détache et s'isole de la masse. Quand la couche est bien découverte et que l'on en a déjà tiré quelques *quartiers* ou *quartelages*, l'exploitation en devient aisée, et l'on peut en obtenir des blocs fort longs et fort larges, mais dont l'épaisseur est limitée par celle de la couche elle-même, et c'est cette dimension, qui est donnée par la nature, que les architectes désignent par l'expression de *haut* et *bas appareil;* l'on conçoit aisément combien il est avantageux d'exploiter un banc de haut appareil.

La plupart des carrières de Paris, qui sont souterraines, sont dans ce cas; chaque banc exploité a une épaisseur déterminée, parce qu'il est séparé de celui sur lequel il repose, et qu'on ne peut varier que la longueur et la largeur des blocs calcaires qui en sortent. Les *libages* et les *moellons* proviennent souvent du déblai de ces mêmes couches; mais souvent aussi on les exploite au pic et au levier dans des carrières dont les bancs sont fendus dans tous les sens.

L'exploitation à la trace s'exécute sur des bancs d'une très-grande épaisseur ou sur des masses qui ne présentent point d'assises distinctes, aussi faut-il que le bloc que l'on veut obtenir soit dégagé sur cinq faces par des rainures ou autrement, avant que l'on puisse se servir des coins pour le détacher de la roche sur laquelle il repose.

La plupart des marbres s'exploitent de cette manière: quand l'emplacement le permet, on se sert de la scie et quelquefois de la poudre; ce dernier moyen a le grand inconvénient de donner naissance à des gerçures imperceptibles pour le moment, mais qui finissent par s'ouvrir et par causer la rupture des pièces travaillées. On devrait donc renoncer à ce moyen pour l'extraction du marbre, et surtout pour celle des marbres statuaires.

Les carrières d'ardoise s'exploitent tantôt à ciel ouvert et tantôt par des travaux souterrains.

La contexture feuilletée des roches dont on fait des ardoises, permet de se servir presque exclusivement des coins plats, surtout quand on est assez heureux pour rencontrer des tranches unies, que l'on nomme *fronts* dans quelques ardoisières. Souvent l'on est obligé de faire usage de la poudre; mais c'est plutôt pour enlever les mauvaises couches et arriver à la bonne, que pour en effectuer l'exploitation.

Les principales ardoisières sont celles d'Angers et de Charleville, en France; de Lavagna, sur la côte de Gènes; du Platsberg, en Suisse; d'Eisleben, en Saxe; de Goslar, au Hartz, etc.

Les *plâtrières* n'offrent rien de particulier quand on les exploite à ciel ouvert, et quant aux *sablonnières*, qui n'exigent que la pioche, la pelle et la claie pour leur exploitation, on peut les considérer comme de simples déblais qui s'exécutent par des terrassiers.

Leurs parois exigent un talus de 45° pour se soutenir et s'opposer à l'éboulement des terres cultivées qui sont au-dessus.

Quant aux carrières des pierres à meules de moulin et des meules à aiguiser, on les exploite ordinairement à la trace; mais, pour les premières surtout, on est dans l'usage de les tailler sur place, de les arrondir, de leur donner l'épaisseur convenable avant de chercher à les détacher, ce qui se fait encore au moyen d'une rainure circulaire dans laquelle on chasse un grand nombre de petits coins plats et doublés.

Les carrières des pavés ne présentent rien de particulier, si ce n'est l'adresse avec laquelle les ouvriers parviennent à fendre les blocs de grès les plus durs, et à les débiter en cubes assez uniformes.

Ces ouvriers, ainsi que les ardoisiers du pays de Gènes, sont sujets à une maladie nommée *mal de Saint-Roch*.

Les carrières cessent de pouvoir être exploitées à ciel ouvert, toutes les fois que les bancs s'enfoncent trop rapidement sous terre, que le déblai supérieur devient trop épais, que le terrain qu'il faudrait sacrifier est habité ou se trouve avoir une très-grande valeur : dès-lors on pratique des chambres ou des galeries souterraines, dans lesquelles on pénètre par des puits verticaux, des galeries horizontales ou inclinées.

Dans ces chambres, qui sont plus ou moins spacieuses, et que l'on soutient par des piliers réservés de distance en distance dans la masse même de la pierre qu'on exploite, on exécute les mêmes travaux qu'à la surface, suivant que la roche est disposée par couches, par bancs épais ou par masses homogènes.

Les carrières de glaise, d'argile, de craie, de marne, d'ocre; les plâtrières de Montmartre, celles d'Aix en Provence et beaucoup d'autres, sont souterraines et plus ou moins vastes. Ainsi les carrières souterraines ne diffèrent des mines et des minières que par la nature des substances qu'on en extrait, et surtout par la différence de leur valeur et de leur importance; car, de même que les pierres à bâtir; la houille, le sel et quelques minerais de fer s'exploitent aussi par chambrées, ainsi que nous le verrons bientôt.

On boise très-rarement dans les carrières, les vides sont trop grands, et toutes les fois que l'on est obligé de soutenir un toit mal

solide ou de consolider un grand vide, on élève des murs ou des piliers en maçonnerie depuis le sol jusqu'au plafond. Quand une carrière abandonnée est mal soutenue, que les piliers sont trop rares ou trop faibles, qu'il n'existe aucun édifice à la surface, on mine ces mêmes piliers, on les détruit par la poudre, la carrière s'écroule et le danger cesse.

Les *cloches* ou *fontis* sont des accidens qui arrivent assez souvent dans les carrières dont le plafond est horizontal : ils commencent par la chute d'une simple écaille, suivie de la chute de beaucoup d'autres, qui se détachent autour de la première, en augmentant à la fois de diamètre et de profondeur, jusqu'au moment où le sommet de cette cloche creuse vient à toucher la couche de terre végétale, et à occasioner un éboulement proportionné à la largeur du fontis.[1]

Parmi les carrières souterraines les plus renommées, on peut citer celle de Saint-Pierre de Maestricht, au bord de la Meuse, dont l'étendue est immense et dont les grandes excavations sont soutenues par une infinité de piliers et d'arcades réservés dans le massif, où les charrettes peuvent circuler, et dans lesquelles il s'est livré des combats à la lueur des flambeaux, entre des détachemens français et autrichiens, au même instant où l'on

1 Héricart de Thury, Catacombes.

donnait l'assaut au fort Saint-Pierre, qui est au-dessus de ces grandes carrières; celles de Niedermennich, qui sont creusées dans une énorme coulée de lave noire et poreuse; celles de Volvic, dont on extrait aussi une lave noire qui se prête à toutes sortes de travaux; les marbrières des environs de Namur, etc.

Les carrières des environs de Bordeaux sont très-étendues, et remontent à une haute antiquité.

Celles qui sont sous Paris même et dans les environs sont extrêmement remarquables, tant sous le rapport de leur vaste étendue, que par l'ordre qui préside aujourd'hui à leur exploitation. Je pourrais en citer beaucoup d'autres en France, en Angleterre, en Allemagne et en Italie; mais cette nomenclature nous entraînerait beaucoup plus loin que le sujet ne le comporte.

Les carrières souterraines, après avoir donné à l'art de bâtir les matériaux des plus beaux édifices et des plus grands monumens qui décorent nos cités, ont souvent été converties en catacombes.

Les immenses souterrains qui sont disséminés dans la chaîne libyque, depuis Asouan jusqu'à Alexandrie en Égypte, sur une étendue de vingt-cinq lieues de longueur, qui recèlent encore les momies des anciens Égyptiens, leurs meubles, leurs armes, leurs bijoux, leurs ustensiles de ménage, dont les

parois sont couvertes de stucs, de peintures et de hiéroglyphes, sont des carrières antiques.

Les catacombes de Rome, qui ont caché les premiers chrétiens, sont les carrières d'où l'on a extrait la pouzzolane et une partie de la pierre de Rome antique.[1]

Les catacombes de Paris, où l'on a réuni les ossemens de trois générations de cette immense cité, font partie de ces vieilles carrières d'où la plupart des monumens de l'ancienne *Lutèce* étaient sortis, etc.

Enfin, les carrières abandonnées, comme tous les lieux cachés et souterrains, ont servi de refuge aux brigands poursuivis et aux malheureux persécutés.

§. 6.

Exploitation des mines.

Exploitation des mines en masses ou en amas.

L'exploitation des carrières souterraines nous conduit tout naturellement à traiter de l'exploitation des minerais en masses; car, ainsi que nous l'avons déjà dit, une carrière souterraine ne diffère d'une mine exploitée par chambrée que par la nature généralement plus précieuse des substances que l'on extrait des cavités souterraines auxquelles on est convenu de donner le nom de mine, réservant le nom de carrière pour les lieux d'où

---

1 Artaud, Voyage dans les catacombes de Rome; 1810.

l'on tire le plâtre, la marne, la chaux, le marbre, etc.; et en effet, l'on ne dit point une mine de plâtre, une mine de marbre, une mine de pierre à chaux, mais une carrière de marbre et une mine de fer.

L'exploitation des minerais en masses ou en amas présente tant de difficultés et demande tant d'art et de prudence, qu'à l'époque de la renaissance (1792) de l'art des mines en France, l'administration que l'on venait de créer s'empressa de nommer une commission de quatre membres et de la charger de lui faire un rapport sur cet important sujet. MM. Baillet, Duhamel fils, Laverrière et Blavier répondirent dignement au vœu du Gouvernement en lui présentant un travail complet[1], d'où nous allons extraire la plupart des principes que l'on devrait adopter toutes les fois qu'il s'agit de l'exploitation d'une couche très-épaisse, d'un filon très-puissant, d'une masse, d'un amas de houille ou de minerai.

S'il est presque toujours facile d'exploiter une couche ou un filon dont l'épaisseur n'excède pas deux mètres, quelle que soit son inclinaison, il n'en est pas de même quand sa puissance augmente : les obstacles naissent alors en foule; ils croissent pour ainsi dire avec l'épaisseur elle-même et souvent dans une progression plus rapide encore. Le boi-

---

1 Mémoire sur l'exploitation des mines en masses ou en amas, Journal des mines, n.° 43, tom. VIII.

sage devient plus dispendieux : on a beau multiplier les étais, les cadres; employer des bois durs et de gros calibre, ils cèdent tôt ou tard à la pression du toit : on les renouvelle, on les change, ils cèdent encore; de fréquens éboulemens ont lieu, les travaux sont bouleversés, des masses de minerai ou de combustible sont perdus pour toujours, et fort heureux encore si les ouvriers ne sont pas victimes de leur bravoure ou de leur imprudence.

Tous ces obstacles sont d'autant plus grands et plus à craindre, que les couches approchent de la situation horizontale, et que le toit et le mur ont moins de consistance.

Mais si le gîte que l'on veut exploiter n'est ni une couche ni un filon, si l'on n'a plus ni toit ni mur pour s'appuyer, si c'est une masse ou un amas irrégulier, de nouvelles difficultés se présentent; car il ne suffit plus de proportionner la grosseur et la quantité des bois à la forte poussée qui s'exerce de haut en bas ou latéralement, puisque l'on n'a plus rien de solide pour les poser et pour les solidifier : c'est donc dans la masse même du combustible ou du minerai qu'il faut chercher les moyens de consolider les vastes excavations qui résulteront de l'exploitation, et c'est à chercher les moyens de concilier la solidité des ouvrages avec l'économie et l'enlèvement le plus complet possible de la masse à extraire, que résident tout l'art de l'exploi-

tant et toute la sollicitude des directeurs qui sont attachés à de semblables travaux.

Avant d'entrer dans tous les détails que le sujet exige, nous poserons en principe, d'accord avec tous les mineurs instruits qui ont écrit sur leur art, que *toute bonne exploitation doit avoir lieu de bas en haut*, c'est-à-dire que dans un pays de plaine on doit commencer par foncer un puits à la profondeur qui convient au gîte que l'on veut exploiter, mais de telle sorte qu'il puisse recevoir toutes les eaux des travaux que l'on projette, et qu'en pays de montagne on doit attaquer par une galerie située dans une vallée immédiatement au-dessus des grosses eaux des rivières, des ruisseaux ou des torrens qui en occupent ordinairement le fond, de manière à ce que toutes les eaux filtrantes des travaux futurs puissent s'écouler par cette galerie de rabais. Outre ce premier avantage, qui est notable, on aura celui de ne sortir aucuns déblais, de les laisser au fond des travaux, de s'élever au-dessus avec toute sécurité, d'éviter le boisage et de ne monter au jour que le minerai ou le combustible qui font le sujet de l'exploitation. Cela posé, on conçoit que le seul moyen de soutenir un pareil gîte, quand on entreprend de vider l'espace qui le contient, consiste à réserver des piliers plus ou moins éloignés et plus ou moins forts dans la masse même du minerai, de les disposer avec soin, de les espacer avec régula-

rité, de les entourer de déblais pris dans la mine même ou à la surface de la terre, et de monter ainsi depuis l'étage le plus bas jusqu'au plus élevé, sans ménager de planchers, sans quitter les piliers et sans risquer de faire des *porte-à-faux*, ce qui arrive presque toujours dans les mines où l'on adopte ce mode d'extraction, avec réserve de massif d'un étage à l'autre. A quelque modification près, tel est le moyen le plus économique d'exploiter les minerais en masses, et tel est aussi celui que MM. Baillet, Duhamel, Laverrière et Blavier avaient prescrit dans le Mémoire que nous avons déjà cité. Nous allons maintenant entrer dans les détails qui sont propres à chaque genre de mine en masses, en commençant par les amas de houille, qui sont les plus importans et les plus difficiles à exploiter.

Soit donc (pl. XII, fig. 1 et 2) un amas de houille analogue à celui du Creusot, par exemple, qui n'ait ni toit ni mur, dont l'épaisseur soit indéterminée et dont on cherche à tirer tout le parti possible, tant pour le présent que pour l'avenir.

On devra commencer à foncer un puits d'extraction (A) en dehors de ce massif, dans la roche solide et à quelques mètres seulement des limites du dépôt.

A quelques mètres au-dessus du fond de ce puits, et en réservant un grand puisard, on chassera une galerie (B), que l'on prolongera jusqu'à ce que l'air devienne mauvais,

ou jusqu'à la limite opposée du dépôt, si cela est possible; arrivé à cette extrémité, l'on exécutera une galerie à droite et à gauche de la première, en CC. On suivra la paroi de la roche si elle est régulière, ou on ne tiendra aucun compte de ses irrégularités, si elle ne l'est pas; de manière à ce que cette première traverse soit à angle droit avec la galerie B, et aussi régulière que possible; car c'est elle qui servira de guide pour celles que l'on devra creuser immédiatement après et dans une direction tout-à-fait parallèle à la première, en DD, qui ne sont séparées les unes des autres que par des refends dont l'épaisseur est proportionnée, ainsi que la largeur des galeries, à la plus ou moins grande solidité de la houille. Ayant ainsi découpé la masse en espèces de tranches, on percera les refends par d'autres galeries (EE), parallèles à BB, de manière à ne laisser que les cloisons ou piliers de houille (FF), qui seront d'autant moins épais que l'on aura pris plus de soin à tenir le remblai des vides au courant, et que la houille elle-même sera de nature plus compacte et plus solide.

Après avoir remblayé tous ces vides avec les déblais de la mine ou de l'extérieur, on remontera dans le puits à un étage supérieur: on fera absolument le même nombre de galeries, en leur donnant rigoureusement les mêmes dimensions qu'aux premières, et l'on pourra difficilement s'y tromper, puisque les

remblais serviront de guide, et que les piliers de l'étage inférieur seront autant de jalons qu'il suffira de prolonger du plancher au plafond, sans jamais craindre de les placer de côté.

La distance d'un étage à l'autre, ou, ce qui revient au même, la hauteur de chacun de ces étages qui est comprise entre le plafond de la première et celui de la seconde galerie BB'B'', dépendra encore de la consistance de la houille. L'on conçoit que des piliers ou des refends partant du fond et se prolongeant sans interruption tout à travers les travaux, que des piliers régulièrement et uniformément espacés pourront s'exploiter par la suite, en fonçant un puits central sur l'un d'eux, et en allant recouper les autres par des traverses, de manière à compléter l'enlèvement total de cette masse de houille, si ce n'est en une fois, au moins en deux reprises.

On conseille de placer le puits d'extraction (A) des minerais en masses en dehors du dépôt, parce qu'il faudrait réserver un très-fort massif dans tout son pourtour, sous peine de compromettre son existence et celle de tout le chantier : mais je ne vois pas trop pourquoi on ne le foncerait pas tout aussi bien au toit qu'au mur. La nature de la roche, sa solidité, la présence ou le voisinage des eaux de la surface, qu'il serait imprudent d'attirer dans les travaux, sont des raisons

qu'il faut prendre en considération et qui sont déterminantes.

Si l'on a tenu le journal d'exploitation et le plan des travaux parfaitement au courant des avancemens et de tous les accidens dont il importe de garder souvenir, on pourra, si l'on n'a pas atteint la limite inférieure du massif de houille, foncer un nouveau puits ou approfondir le premier pour se préparer un nouveau champ d'exploitation; mais dans ce cas il faudrait conserver une certaine épaisseur de houille entre l'ancien et le nouveau champ, afin qu'il puisse soutenir la quantité prodigieuse des remblais qui ont été placés dans l'étage supérieur. Il faudrait, autant que possible, éviter de reprendre ainsi les travaux en sous-œuvre, car tout le massif réservé entre les deux étages sera perdu pour toujours.

MM. Baillet et Duhamel proposent, il est vrai, d'éviter cet inconvénient en couvrant le sol du premier étage d'un plancher composé de pièces de bois de cuvelage posées en travers, de manière à ce qu'elles puissent servir par la suite de chapeaux aux étais qu'on placerait en sous-œuvre; mais malgré toute la confiance que je puis avoir dans les conseils de ces savans ingénieurs, je crains que ce moyen ne soit pas applicable dans la pratique, tant par l'altération que les bois de mine éprouvent ordinairement dans l'intérieur des travaux souterrains, que par la

difficulté qu'on éprouverait à raccorder ces boisages anciens avec les nouveaux.

Dans cette circonstance, qui se présentera d'autant plus souvent que l'on sentira un jour que les houillères ne se renouvellent pas comme les forêts, il faudra, pour aller recouper ce que l'on aura négligé d'exploiter, s'enfoncer du premier jet à une grande profondeur au-dessous des vieux travaux, tâcher de se procurer tous les renseignemens possibles sur leur étendue dans tous les sens, et travailler avec la plus grande circonspection quand, en remontant, on croira s'approcher de ces anciens ouvrages. C'est alors qu'il faut sonder le terrain, tant avec le marteau, pour juger par le son si l'on est voisin d'un terrain creux, qu'avec la *drague* ou la *sonde*, si l'on craint le voisinage de quelques travaux inondés.

Le seul inconvénient que l'on pourrait reprocher à cette méthode d'exploiter les houilles en amas, serait la nécessité de se procurer des matériaux pour remblayer les vides : mais il est facile de se convaincre qu'une quantité donnée de schiste ou de grès est bien loin de coûter ce que vaut la même quantité de houille dans le pays où elle est au plus bas prix.

Quant à l'abattage de la houille, il s'effectue au moyen d'entailles faites à chaque côté du front, au moyen de pics plats et pointus, de manière à faire le moins possible de menue

houille, et la *tombée* s'exécute avec des coins longs et carrés, que l'on enfonce tout à travers la masse; de cette manière on obtient beaucoup de grosse houille ou *pérat*, de la *grêle*, du *malbourough*, et peu de *menu*.

Dans les mines de houille de la Loire et des environs d'Alais, département du Gard, on opère la tombée au moyen de deux entailles latérales; d'une troisième, faite au sol, et de grands coins carrés, que l'on chasse au milieu de la masse. Comme la houille est généralement solide, on obtient beaucoup de *pérat*, que l'on nomme *mottes* dans le Gard. Dans les houillères de Waldenburg en Silésie, la tombée se fait à peu près de même, au moyen de trois entailles de quatre à cinq pieds de profondeur, et assez larges pour qu'un ouvrier puisse y travailler commodément. La masse ainsi détachée sur quatre faces a quinze pieds de large, quatre d'épaisseur et sept de hauteur. On en exécute la tombée au moyen de coins que les ouvriers, qui entrent dans les entailles latérales, chassent parallélement à la face antérieure, en même temps que d'autres sont enfoncés à la partie supérieure entre la houille et le toit. L'effet de tous ces coins, que l'on chasse en même temps, est de détacher la masse de houille souvent en son entier. (D'Aubuisson.)

Mais quelle que soit la quantité du menu et quelle que soit sa faible valeur, il faut absolument le sortir des travaux, si l'on veut

éviter les incendies causés par la décomposition des pyrites et par l'échauffement de ces poussières. C'est faute d'avoir pris toutes ces précautions que le beau bassin houiller de l'Aveyron est ravagé par le feu et les éboulemens, et que l'on a perdu pour toujours des masses immenses de combustible. C'est là, plus que partout ailleurs, qu'il importerait de régulariser les travaux et d'adopter un mode d'extraction analogue à celui que nous venons de décrire.

Le massif de houille du Creusot est exploité par un procédé qui paraît au premier abord avoir beaucoup d'analogie avec celui que nous conseillons d'adopter, mais il en diffère sous plusieurs points importans, ainsi que l'on va pouvoir en juger par le rapprochement de l'une et l'autre méthode. D'abord on travaille de haut en bas; le puits d'extraction, au lieu d'être rejeté en dehors du massif, est ordinairement percé au milieu même du combustible, ce qui exige une forte réserve de houille tout à l'entour. L'exploitation est divisée par étages, qui sont séparés par des massifs de trois mètres, et le vide des tailles n'en a que deux. Les piliers ne sont point continus, ce qui doit nécessairement occasioner quelque porte-à-faux; car il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, d'apporter assez de surveillance au travail des ouvriers pour faire que les piliers d'un étage correspondent directement et perpendiculairement à ceux

d'un étage inférieur. Maintenant, si l'on veut se donner la peine de calculer, on arrivera à ce triste résultat, que sur quinze parties de houille on en abandonne onze au moins, tant par la réserve des plafonds que par celle des piliers de soutènement et de l'entourage des puits. Une méthode aussi désastreuse doit être abandonnée aujourd'hui, puisque ces mines sont affectées au service d'un magnifique établissement ferrier.

Tout ce que l'on vient de dire par rapport aux mines de houille en masses ou en amas, peut s'appliquer presque de point en point à l'exploitation des minerais de fer d'alluvion, avec cette différence, qu'il importe fort peu que le minerai sorte de la fosse en gros blocs, puisqu'il faut toujours le briser pour le laver, le griller ou le fondre; aussi, dans le cas où l'on pratique des entailles de droite et de gauche, c'est beaucoup plus pour faciliter le travail que pour obtenir de gros minerai.

En général, les maîtres de forge du Berry, de la Normandie, de la Franche-Comté, du Périgord, etc., n'attachent aucune importance à la manière dont on extrait les minerais qui alimentent leurs usines; ce travail est abandonné à de simples paysans, qui gâchent et perdent infiniment plus de minerai qu'ils n'en vendent : on se repose beaucoup trop sur l'abondance excessive de ces minerais, mais il est temps enfin d'arrêter ce mode

actuel des exploitations de fer : il se fait tous les jours un mal qu'il sera difficile et peut-être impossible de réparer. Au reste, les Français ne sont pas les seuls qui méritent des reproches à ce sujet ; car les mines de fer de la Silésie sont livrées au même désordre. Il est temps que des compagnies se mettent à la tête de ces exploitations du minerai de fer d'alluvion, que l'on mette les grands moyens en jeu, et que l'on n'abandonne pas l'une de nos principales richesses minérales au gaspillage et au désordre le plus effrayant. Je ne veux certainement pas que l'on prive les pauvres paysans du léger bénéfice qu'ils retirent de cette branche d'industrie, mais je voudrais que les immenses dépôts de fer qui alimentent nos principales usines, fussent exploités par une méthode analogue à celle que nous venons de décrire, tandis que jusqu'à présent et de temps immémorial on s'est contenté de gratter la terre ou de la cribler de petits puits, qui ne sont le plus souvent éloignés que de quelques pieds. On pourrait dire que l'on ne s'est point encore aperçu de l'inconvénient de ce genre d'exploitation qui est à la portée de tout le monde, et qui en cela est préférable à tout autre ; mais on pourrait répondre aussi que les accidens qui arrivent dans ces petites exploitations sont beaucoup plus nombreux qu'on ne le pense, parce qu'ils échappent à la vigilance des ingénieurs des mines, en raison du peu d'importance que l'on atta-

che à ces mêmes exploitations, qui s'ouvrent et se ferment sans formalité, dont il n'existe ni plans ni coupes, et que chacun se croit en droit de conduire à sa manière. On pourrait répondre encore que ces dépôts, qui nous ont semblé inépuisables jusqu'à ce jour, pourraient cependant fort bien cesser de pouvoir suffire à nos besoins toujours croissans; que la guerre, l'industrie, les constructions de tout genre où le fer est admis sous mille formes et dans tous les états possibles, ont peut-être déjà décuplé la quantité de fer qui suffisait à Henri IV, et que tout fait prévoir que cette consommation pourra fort bien augmenter encore, surtout si nous nous mettons à construire des chemins de fer analogues à ceux qui traversent en tout sens les contrées industrielles et manufacturières de l'Angleterre.

Voici cependant à peu près comment on exploite ces beaux dépôts de minerai de fer hydraté qui produisent nos excellens fers du Berry et de la Franche-Comté, minerais qui nous sont enviés par l'Angleterre et qui sont bien supérieurs sous tous les rapports à ceux que l'on trouve parmi les couches ou les dépôts de houille, tant par leur richesse, qui est à peu près double, que par la qualité du fer qui en provient.

Après avoir fait quelques fouilles à la surface de la terre, avoir bouleversé le sol des forêts ou détérioré quelques prairies, on se

décide à descendre de quelques pieds: pour cela un seul homme se met à faire un petit trou de trente pouces de diamètre, dans lequel il se fait *dévaler* au bout d'une corde qui s'enroule sur une buche à peu près ronde, et qui est soutenue par quatre bâtons en croix. Lorsque ce puits, dont on soutient les parois avec des branches de bois vert, que l'on courbe et qui font effort contre la terre tant qu'elles ne sont pas pourries, atteint une première couche de minerai, on l'arrête et l'on fait au pied, soit une chambre carrée, soit deux galeries qui se croisent à peu près à angle droit, et c'est là où l'on *tire la mine*, que l'on élève au jour dans de petits paniers, de petits sacs ou de petits seaux de bois; mais bientôt l'eau ou le manque d'air force l'exploitant à abandonner son petit chantier, et il vient en commencer un autre tout pareil à quelques pieds du premier, laissant ainsi, entre les deux, une masse de minerai qui sera perdue pour toujours, et ne supposant pas même qu'il peut en exister de plus grands dépôts au-dessous de celui qu'il a si légèrement effleuré.

Dans certains cas, cependant, car il faut rendre justice à tout le monde, l'exploitant perce deux puits jumeaux qui aident à l'airage; mais en général ils sont si rapprochés l'un de l'autre, qu'ils ne peuvent remplir le but qu'on se propose, puisqu'en les accolant ainsi, leur action ne peut s'étendre jus-

qu'à l'extrémité d'une galerie tant soit peu longue.

Ce mode d'exploitation a donc l'inconvénient de laisser une grande masse de minerai perdue entre chaque atelier, et de recouvrir les couches les plus profondes d'une infinité d'excavations irrégulières et submergées, qui s'opposeront à leur extraction, ou qui la rendront au moins excessivement coûteuse.

Un tel état de choses n'avait point échappé aux savans ingénieurs dont nous avons déjà cité le beau travail; mais jusqu'à présent leurs conseils n'ont point été suivis: trente années se sont écoulées depuis, sans que l'on ait fait la plus légère attention aux avis sages et prudens qu'ils ont donnés. Nous allons les reproduire encore, ces mêmes avis, car le mal empire tous les jours, et nous ne voulons pas que l'on puisse nous reprocher d'avoir négligé de répéter ce qui pouvait être utile au bien-être futur de notre chère patrie.

La plupart des minerais de fer d'alluvion sont situés sur des plateaux étendus, et gissent à une faible profondeur au-dessous de la surface du sol. Il convient donc de les attaquer par des puits assez spacieux et assez profonds pour que l'on puisse aller exploiter la dernière couche, s'il en existe plusieurs les unes au-dessous des autres, ou la dernière assise des dépôts, si c'en est un.

Il sera prudent, comme dans toute autre exploitation, de foncer un second puits à une

certaine distance, mais beaucoup plus étroit que le premier, au moyen duquel on pourra établir un bon système d'airage et réserver un second moyen de retraite aux ouvriers en cas d'événement : l'espace compris entre ces deux puits, ainsi que les massifs de droite et de gauche, pourront être enlevés par tranches au moyen de galeries que l'on boisera ou que l'on muraillera, suivant les localités, et entre lesquelles on réservera des massifs que l'on fera monter de fond et que l'on pourra enlever en dernier lieu, quand le terrain se sera affaissé et consolidé. C'est dans ces tailles que les mêmes paysans qui exploitent actuellement, retrouveraient les mêmes moyens d'existence qui leur sont offerts aujourd'hui par le mauvais travail qu'ils exécutent et les dangers qu'ils affrontent, et en supposant même qu'il fallût moins de bras pour exécuter le même travail et produire la même quantité de minerai que dans l'état actuel des choses, l'activité de l'exploitation et ses plus grands produits augmenteraient l'étendue de ses débouchés, accroîtraient son importance, et il arriverait pour les *ouvriers caveurs de mine* ce qui est arrivé aux fileuses de coton, lors de l'établissement des filatures : elles ont trouvé de l'ouvrage dans les ateliers mêmes qui leur portaient ombrage, et il en serait de même des paysans qui font métier de tirer et de transporter du minerai pour les forges.

Il existe quelques dépôts de minerai de fer qui peuvent s'exploiter à ciel ouvert, sans que l'on ait à craindre les éboulemens et les inondations. Telles sont les mines de Poisson, département de la Haute-Marne, qui se trouvent dans une montagne calcaire à couches horizontales, et qui sont encaissées dans des excavations de 20 sur 30 mètres et d'une profondeur immense: ce sont des vases énormes remplis de minerai, dont les parois s'opposent à tout éboulement et dont le fond permet aux eaux pluviales de s'infiltrer; mais ce concours de circonstances, qui est rare, peut-être unique, ne peut servir d'exemple aux autres exploitations.

Les mines d'étain d'Altenberg, en Saxe, qui sont établies sur un stockwerk, s'exploitent par chambrées au moyen du feu et de la poudre. (Manès.)

Exploitation des couches et des filons puissans.

Il existe en Russie, en Suède et ailleurs des couches et des filons inclinés dont la puissance est si considérable qu'ils se rapprochent assez des gîtes en *amas* et en *masses;* ils n'en diffèrent réellement que par la régularité de leurs limites, et l'existence de leurs toits et de leurs murs. La méthode que l'on doit suivre pour l'exploitation de ces grands gissemens, et qui est pratiquée depuis un temps

immémorial en Hongrie, se trouve décrite dans l'Art des mines, de Delius.[1]

Elle consiste à foncer un puits d'extraction (A, pl. XIII), et à chasser au fond de ce puits une galerie (B) qui suit le mur du filon, en ayant soin de faire porter une partie du sol de cette galerie sur ce mur, afin que l'on puisse y établir, avec toute la solidité possible, le chenal de bois destiné à la conduite des eaux : à l'extrémité de cette première galerie B, que l'on prolonge plus ou moins du premier jet, on place un premier mineur, qui attaque le filon en travers en C, sur une hauteur de deux mètres et une largeur de deux ou trois. Un second mineur se place en-deçà du premier, en D, et de manière à ce qu'il reste entre lui et le premier un espace triple de la largeur d'une taille. Ces mineurs ainsi distribués coupent le filon du mur au toit par tranches (CC′, DD′, EE′, etc.); l'on boise les galeries avec soin; l'on transporte le minerai par la galerie d'alongement (BB) jusqu'au bas du puits A, en laissant sur le côté des galeries transversales les gangues stériles et les déblais de non-valeur.

Lorsque le filon est ainsi découpé, et que toutes les traverses ont touché le toit, on les

---

1 Delius, Art des mines, traduction de Schreber, tom. I.er, pag. 375.

déboise, en commençant par l'extrémité la plus éloignée de la galerie B, et l'on bouche à mesure avec tous les déblais que l'on a rangés provisoirement tout le long des galeries; on attaque ensuite les massifs intermédiaires par les côtés (1 et 2), réservant le centre (3) pour la fin, et l'on en opère le comblement et le déboisement comme pour les premières traverses.

Pendant que l'on épuise cet étage, on en prépare un autre immédiatement au-dessus, de manière à ce que le sol de la seconde galerie d'alongement (B′) repose sur le plafond de la première, qui n'est pas remblayée et qui sert au roulage et à la sortie des mineurs, au moins pour quelques étages, et jusqu'à ce que l'on juge à propos d'en conserver une autre pour le même service. On opère ainsi en montant successivement de deux en deux mètres, et l'exploitation des étages supérieurs s'effectue comme dans le premier, avec quelque différence dans la pose des cadres, qui, reposant sur des déblais, ont besoin d'une pièce de plus (une semelle), ainsi que nous l'expliquerons en traitant du boisage en général.

Le mode d'exploitation adopté dans les houillères de la Silésie est une espèce d'ouvrage en travers, dont le résultat est de tout enlever, en s'avançant perpendiculairement à des fissures verticales et parallèles que présente la houille, et en obtenant la plus grande

quantité possible de gros charbon[1] : ici les tailles ont dix-huit pieds de front, et sont attaquées au moyen des coins et des entailles qui produisent la tombée. (Voyez *Abattage.*)

Les principaux avantages de l'*ouvrage en travers* (ainsi nommé à cause de la disposition transversale des tailles, qui vont toujours du toit au mur) consistent en ce que l'abattage du minerai est facilité par les deux ou trois faces qui sont toujours à découvert, au moins pour les étages qui suivent le premier, et pour les tailles qui s'enlèvent en deuxième et troisième lignes, parce que le toit et le mur ne sont jamais à découvert sur une grande étendue à la fois; en ce que l'on peut faire servir les cadres et toutes les pièces de boisage à plusieurs galeries successives; en ce que l'on ne laisse aucun pilier ni refend, pas même dans la masse du minerai, et enfin en ce que les ouvriers sont moins exposés que dans tout autre ouvrage.

Tout ce qui vient d'être dit sur l'*ouvrage en travers,* par rapport à l'exploitation des grands filons métalliques, s'applique, à quelque chose près, à l'exploitation des couches de houille qui sont fortement inclinées; car, pour peu que la houille ait de consistance et de solidité, elle peut s'exploiter par tailles de trois mètres de front, avec réserve de massifs allant

---

1 D'Aubuisson, Journal des mines, n.° 86.

du toit au mur et de deux, trois ou quatre mètres d'épaisseur, suivant la solidité du combustible, que l'on recoupe ensuite quand les tailles sont remblayées.

La commission dont nous avons déjà cité plusieurs fois les travaux, avait conseillé, en traitant de l'exploitation des houillères par l'ouvrage en travers, de faire alterner de côté la galerie de roulage, afin que les massifs qui sont spécialement destinés à maintenir la poussée du toit et du mur ne fussent pas tous coupés du même côté, et que de deux en deux étages, par exemple, ces galeries changeassent du toit au mur et du mur au toit alternativement. Ces messieurs sont également d'avis de remplacer le boisage par le muraillement; mais ceci est moins important, puisque l'on doit toujours remblayer les vides et que les bois peuvent servir plusieurs fois, avant de devenir tout-à-fait hors de service.

Les mines d'alun du pays de Liége sont exploitées par un ouvrage en travers que nous nommerons en descendant, parce qu'en[illegible]t la couche de minerai, qui est un schiste alumineux, est attaquée par un travail semblable à celui des mines de Hongrie, avec cette différence que l'on commence presque au jour, et que l'on s'enfonce de plus en plus, au lieu de s'élever d'étage en étage; mais en supposant que cette méthode présente quelques avantages, ce qui n'est pas bien prouvé, ils

tiennent à la localité, à la consistance du minerai, ne se rencontreraient peut-être nulle part ailleurs, si l'on cherchait à y appliquer les mêmes moyens, et nous n'en restons pas moins attachés à ce principe fondamental, *que toute bonne exploitation doit toujours avoir lieu de bas en haut;* et j'étends ce principe jusqu'à l'exploitation des salines par salon, bien que les mineurs allemands soient partagés d'avis sur ce cas, qui est particulier et véritablement assez difficile à juger.

Exploitation des couches de moyenne épaisseur.

Les couches dont la puissance ne dépasse pas 6 pieds ou 2 mètres, et dont l'inclinaison n'excède pas 15 degrés, sont les plus faciles à exploiter; car en général il est plus aisé de soutenir les parois d'une excavation de 6 pieds, que celles d'un vide plus considérable. En effet, nous avons vu de combien de précautions il faut user pour établir les étages les uns au-dessus des autres, lorsqu'il s'agit d'exploiter des massifs entiers de minerai ou de combustible. Nous avons vu qu'il faut sacrifier, au moins momentanément, une partie de minerai utile pour pouvoir exploiter le reste. Dans les couches moyennes, et surtout dans celles qui n'ont pas une forte inclinaison (les *platteuses*), il suffit de chasser une grande galerie de direction, débou-

chant au jour ou au pied du puits d'extraction, et d'établir un ouvrage en travers à droite et à gauche. Les tailles sont d'abord séparées les unes d'avec les autres par des massifs ou refends de même largeur, six pieds par exemple, de manière à ce qu'on n'enlève du premier jet que moitié du combustible, et qu'il reste autant de plein que de vide dans des tailles de cette largeur; deux ouvriers *caveurs* peuvent travailler de front, parce que chacun peut pratiquer son entaille à droite et à gauche, battre ensuite ensemble sur le même coin, quand il s'agit de faire la *tays* ou la *tombée*, et charger les chiens ou les chariots destinés à sortir le minerai ou la houille. Le remblai des tailles s'exécute au fur et à mesure qu'elles ont atteint la longueur que l'ouvrage exige, ou qu'elles ont touché la limite de la couche, et quand ces remblais sont consolidés par le tassement, on peut exploiter les massifs de réserve, et l'on parvient ainsi à vider la couche en entier, sans laisser de piliers et en sauvant même une partie du boisage des tailles, si l'on a été forcé de les soutenir. Quant aux galeries de direction, on est dans l'usage de leur réserver trois mètres de houille de chaque côté pour leur conservation; mais quand le champ d'exploitation est terminé et tout-à-fait épuisé, on enlève encore ces bordures en battant en retraite. Si le minerai est solide et que le toit soit bon, on exploite par chambrées, et l'on

enlève du premier jet les deux tiers ou les trois quarts de la couche que l'on veut exploiter; mais dans tous les cas il faut toujours remblayer les vides, soit avec des déblais pris à la surface, soit avec ceux qui proviennent de l'exploitation même. Moins une couche est inclinée, et plus on peut prolonger son exploitation au moyen des *descenderies*, des *bures* ou des *galeries d'inclinaison*, parce que l'on peut travailler assez long-temps sans descendre à de grandes profondeurs; mais dès qu'elle atteint une inclinaison de 20 à 30 degrés, il est beaucoup plus avantageux de l'attaquer par des puits verticaux foncés dans le toit ou le mur, suivant la consistance de la roche, et conduits à une assez grande profondeur pour qu'ils puissent assécher de grands massifs, en recevant dans un vaste puisard toutes les eaux des travaux supérieurs. Au fond de ce puits, qui devra recevoir les beines, les échelles, les pompes, etc., on chassera, comme nous l'avons dit ci-dessus, une galerie de direction, d'amenagement, puis le travail en travers, et de cette manière on se préparera des champs d'exploitation dont on pourra calculer assez exactement et la richesse et la durée.

Ce n'est donc certainement pas pour satisfaire l'œil que l'on doit chercher à mettre la plus grande régularité dans les travaux, à faire que les galeries se coupent autant que possible à angle droit, parce que les calculs

approximatifs approcheront beaucoup plus près de la vérité, et seront beaucoup plus satisfaisans, que si l'on cherchait à les établir sur des travaux irréguliers.

Il faut avouer, cependant, que l'on est quelquefois forcé à exécuter des travaux qui n'ont pas toute la régularité désirable, soit à cause du changement de direction des couches, soit à cause du sens dans lequel les fissures qui séparent la masse de la houille sont dirigées, et dont on cherche toujours à profiter pour obtenir plus de gros charbon: mais au moins doit-on faire tout ce qui est possible pour arriver à un plan régulier et uniforme; car nous verrons en traitant de l'aérage que cette même symétrie, que nous recommandons ici, a la plus grande influence sur la circulation de l'air et sur l'évacuation des gaz qui infestent si souvent les travaux souterrains.

Exploitation des couches minces.

Les *couches très-minces*, de 6 pouces (0,16) par exemple, ainsi qu'on en exploite quelques-unes dans le Palatinat, dans le pays de Mansfeld, en Silésie et en France, exigent des travaux très-bas et très-économiques, car on doit viser à entailler le moins possible de roche stérile du toit ou du mur: on parvient à exploiter ces mines avec bénéfice, en chassant une galerie de direction, qui sert sou-

vent de galerie d'entrée, et en lui donnant la hauteur et la largeur qu'exige le passage habituel des brouettes ou des chariots; mais à droite et à gauche de cette galerie principale on pratique des tailles de quelques pouces de hauteur seulement, où les mineurs travaillent couchés sur le côté, ou tout au plus à genoux, et c'est dans cette position gênante qu'ils parviennent à découvrir la couche qu'ils doivent exploiter, à la *despiesser*, comme on dit à Liége, et à en arracher avec les pics, les coins et les masses, tout le combustible ou le minerai qui fait le but de l'entreprise; c'est cette manière d'exploiter que l'on appelle *travail à col tordu*. Des enfans de dix à douze ans se traînent à quatre pattes dans ces couloirs étroits, en tirant après eux de très-petits chariots qu'ils attachent à leur jambe ou à leur ceinture, qu'ils remplissent de houille ou de minerai, et qu'ils conduisent jusqu'à la grande galerie, jusqu'au pied du puits d'extraction ou même jusqu'au jour.

Dans ces travaux, où l'on doit chercher tous les moyens économiques, on ne sort que les déblais de la première taille, qui a ordinairement 12 pieds (4^m) de front, et ensuite on remplit le vide à mesure que l'on avance, au moyen de la roche que l'on est forcé d'enlever, pour donner au moins 18 à 20 pouces (0,50 à 0,60) de hauteur à la taille: de cette manière on ne sort absolument que

ce qui est bon, tous les déblais sont utilisés, et ils foisonnent assez pour que le remblai soit complet et que l'ouvrage soit parfaitement solide. Il arrive cependant quelquefois, lorsque le toit est très-mauvais, que l'on est forcé de ménager des *stappes* ou piliers, ou de le soutenir avec de petits *bois debout* recouverts d'une semelle faite en coin: de cette manière on évite les éboulemens, et surtout la chute de ces grands feuillets schisteux qui sont séparés par des surfaces lisses, mais dont on reconnaît le peu de solidité au son que rend la roche, quand on la frappe avec le marteau.

C'est ainsi que j'ai fait exploiter pendant sept ans les couches peu puissantes du Lardin, département de la Dordogne. C'est encore une espèce d'ouvrage en travers.

Quand le terrain de la surface est inhabité, qu'il a peu de valeur, que les travaux sont à une assez grande distance perpendiculaire de la surface, que la couche exploitée a 2 pieds environ (0,66) et même un peu plus, que le toit peut se soutenir de lui-même pendant quelque temps, on peut se dispenser de boiser et de remblayer les tailles; parce qu'il se fait un tassement insensible qui détruit bientôt le vide, et qui ne cause qu'une très-légère dépression à la surface; il y a des exemples de ce genre d'exploitation dans la Lorraine allemande, aux environs de Saint-Avold: d'autres fois, enfin,

le toit et le mur se gonflent de telle manière, quand on a tiré la couche utile, qu'ils ne tardent pas à se joindre, et qu'ils consolident ainsi naturellement les travaux abandonnés, sans causer aucun dommage à la surface.

A Rive-de-Gier le sol se gonfle tellement qu'au bout de deux ou trois ans une taille de $2^m,6$ de haut n'a plus que de 1^m à $1^m,2$, et permet d'aller détacher la houille que l'on avait laissée au toit. (Beaunier.)

Exploitation par gradins.

Après avoir indiqué les moyens que l'on met en œuvre pour exploiter les grands amas et les grandes masses de minerai ou de combustible, après avoir décrit les procédés que l'on est forcé d'adopter pour exploiter avec bénéfice les couches qui n'ont que quelques pouces d'épaisseur, il nous reste à parler d'un travail particulier, que l'on nomme *ouvrage en gradins* ou en *stross*, parce qu'il peut s'appliquer indifféremment à ces divers gîtes.

Soit un filon de 6 pieds (2 mètres) de puissance que l'on veut exploiter en entier, et qui est déjà divisé en grands massifs plus ou moins réguliers par des puits inclinés ou verticaux, foncés sur le filon lui-même, et par des galeries horizontales, chassées à différentes hauteurs. (Pl. XIV, fig. 1 et 2.)

Il y a deux moyens à choisir pour enlever ces massifs, l'un se nomme *gradins ou stross*

en montant (fig. 2), et l'autre *gradins* ou *stross en descendant* (fig. 1).

Dans l'ouvrage en descendant le mineur, placé d'abord en F, avance de 10 mètres, je suppose, en enlevant la masse entière du filon, gangue et minerai; arrivé à ce point, on place un second mineur à 1 ou 2 mètres au-dessous du premier, en I, qui avance aussi de 10 mètres, et qui permet d'en placer un autre au-dessous de lui en K, de manière que le premier mineur est à 60 mètres du puits, quand on place le troisième. De cette manière le massif se trouve attaqué sur une hauteur de 6 mètres par 3, 6 ou 9 mineurs, plus ou moins, suivant sa puissance, partagés en trois bandes et travaillant sur trois gradins différens. Dans ce premier mode d'attaque, les ouvriers marchent sur le filon, travaillent assis pendant tout le temps qu'ils font les trous de mine, n'ont rien à craindre de la chute du plafond et ne perdent point de mine grasse, puisqu'ils peuvent, avant d'abattre la partie du filon qui la renferme, nettoyer leur place et éloigner les déblais; mais aussi ces gradins exigent que l'on construise en arrière des mineurs, des *kastes*, *échafauds* ou *planchers* solides, dans le seul but d'y entasser les déblais provenant de l'exploitation, et ces bois sont perdus pour toujours. Les mineurs et le minerai sortent par le puits en L. Andreasberg, au Hartz, est exploité par gradins droits ou descendans. (Héron.)

Dans les *gradins en montant*, on place le premier mineur au fond du puits, immédiatement au-dessus de la galerie de roulage, en D. On le fait avancer de 10 mètres avant de placer le second, qui commence à 2 mètres au-dessus du premier, en N, et qui s'élève sur les déblais qui restent sur le plafond de la galerie de roulage que l'on établit en conséquence de la charge qu'il doit supporter: après s'être enfoncé de 10 mètres, on place le troisième, le quatrième, et toujours en remontant, et le massif, ainsi découpé, prend la figure d'un dessous d'escalier ou d'un escalier renversé.

Dans ce second mode d'attaque, il y a économie de bois; mais le mineur travaille moins à son aise, et est obligé de s'échafauder à chaque instant pour s'élever à la hauteur de son gradin.

La célèbre mine d'argent de Freyberg, en Saxe, est exploitée par gradins renversés, ainsi que la plupart des mines de cuivre et d'étain du Cornouailles, en raison de la cherté du bois de mine, qui vient de Norwége. (Dufrenoy.)

Il se perd beaucoup de mine grasse, surtout si elle est friable, comme le sulfure de plomb, par exemple, en ce qu'elle tombe sur les déblais, qui restent toujours sur le sol, et qu'il est impossible de ménager aussi bien sa chute que dans la première méthode.

Les mineurs et le minerai sortent par la

galerie de roulage, dans le plafond de laquelle on ménage une ouverture que l'on prolonge quelquefois à travers les déblais en forme de cheminée, ou par le puits, en montant sur ces mêmes déblais en N.

L'on voit que l'on ne peut point adopter indifféremment l'une ou l'autre méthode, et qu'il faut avoir égard, avant de se décider, au prix du bois, qui devient d'un emploi très-coûteux dans les stross en descendant, et à la consistance ainsi qu'à la valeur du minerai, dont on perd une assez grande quantité dans le travail en gradins montans. L'énorme quantité de bois que les gradins descendans exigent, en a fait abandonner l'usage dans la mine de Poullaouen, en Bretagne. C'est, au reste, dans cette dernière méthode que l'on doit s'attacher plus particulièrement à dépouiller le filon d'un côté, avant de l'abattre. Cette précaution permet d'en prendre beaucoup d'autres au moment où la partie la plus riche du filon doit être détachée, et par conséquent de diminuer infiniment la perte du minerai, qui a toujours lieu sur la partie la plus riche et la plus friable : ainsi, par exemple, il arrive souvent qu'un très-petit pétard suffit pour détacher le filon sur 2 et 3 mètres, parce qu'on le place entre l'éponte, et que les coins et la pointe font le reste; tandis qu'en attaquant toute la masse du filon à la fois, les coups de mine traversent quelquefois la partie la plus

riche, la font voler en éclats, et la réduisent en miettes ou en poussière, dont toutes les parois des galeries sont couvertes; ceci arrive surtout dans les mines de plomb. Mais, soit que l'on adopte la méthode en montant ou la méthode en descendant, suivant les circonstances locales, qui sont toujours déterminantes, l'on aura l'avantage d'attaquer des massifs dégagés sur deux faces au moins, et il en résultera une grande facilité dans le travail, quel que soit le moyen dont on fasse usage, de la poudre, de la pointe, des pics ou des leviers.

Il n'est pas rare de pouvoir vider en entier et sans danger un filon qui n'a que 2 mètres de puissance; mais si la roche était ébouleuse, ou que le filon fût beaucoup plus large, on s'opposerait à la poussée et aux éboulemens, en laissant intactes les parties les plus maigres ou les plus pauvres, en faisant des remblais muraillés sur les points les moins solides, ou bien encore, ainsi qu'on est forcé de le faire dans les gradins descendans, en établissant des kastes ou échafauds destinés à recevoir les déblais provenant de l'exploitation. Les houillères de Dudley en Angleterre, sont exploitées par gradins (Dufrenoy). Et l'on voit en effet que cette manière d'attaquer la roche ou le minerai, est applicable au travail en travers, que nous avons décrit ci-dessus, et qu'il est avantageux de l'adopter pour toute espèce d'abattage, puis-

que l'on agit sur des masses qui sont toujours à découvert sur plus d'une face et quelquefois sur quatre.

Du triage du minerai dans l'intérieur des mines.

Nous avons déjà dit plusieurs fois qu'il était fort avantageux, quand on exploitait un filon, de le dépouiller sur une de ses faces pendant une certaine longueur, de nettoyer le sol de la stross ou de la galerie le mieux possible, et d'opérer ensuite l'abattage du filon ainsi dépouillé, soit avec des coins, soit avec de très-petits pétards. Pour compléter cette bonne mesure, je conseille de faire exécuter au moment même de sa chute un premier triage du minerai, de manière à ce que le plus pur, le *plus gras*, soit porté séparément au jour jusque dans les magasins, dans des paniers, des conques ou des sacs de cuir.

C'est au moment où le minerai se détache qu'on peut le mieux juger de sa richesse et de sa pureté, et comme les parties les plus riches sont en général les plus fragiles, je puis affirmer par expérience que le déchet qui résulte de la manière dont on le transporte ordinairement, arrive à plus du cinquième. En effet, si l'on n'a pas des trieurs attachés à chaque taille ou à chaque galerie, dès que le mineur a fait partir le pétard, son premier soin est de chercher à détacher avec son pic, sa masse ou sa pointe, tout ce que la poudre

a ébranlé, et ne prenant aucun soin du minerai qui est déjà tombé, il marche dessus et commence à le salir. Si les blocs sont trop lourds pour être chargés dans les brouettes ou dans les chiens, le mineur, empressé de débarrasser sa place, frappe au hazard avec la grosse masse, et comme ce sont les parties les plus riches qui cèdent les premières, il tombe beaucoup de minerai dans la boue. Après avoir chargé les gros morceaux et les avoir portés au puits, on ramasse le menu à la pelle, pour le porter à la même place: arrivé là, on charge tout dans la tine, en brisant encore les morceaux les plus gros et les plus lourds, et comme il y a ordinairement une certaine distance entre l'orifice du puits et les boccards ou ateliers de lavage ou de débourbage, on recharge encore une troisième fois ce minerai tout sali, soit dans des tombereaux, soit dans des brouettes. Que l'on juge d'après tous ces transports, d'après tous ces chargemens ou déchargemens, ce que sont devenues les parties les plus riches du filon; elles se sont couvertes de boue, elles se sont brisées, réduites en miettes ou en poudre, et, je le répète, il y en a plus d'un cinquième de perdu ou de réduit en schlich, qu'il faut laver, et qui supporte encore un déchet notable. On obvie à tous ces inconvéniens, en faisant faire un triage sur place, et en faisant porter au jour tout ce qui en provient, et qui, pour l'ordi-

naire, peut être livré presque immédiatement à la fonderie. Quelques enfans, payés au quintal ou à la mesure, et dont la journée est proportionnée à la quantité de *mine grasse* qu'ils ont ainsi sauvée du gaspillage, suffisent pour faire entrer chaque jour en magasin une certaine quantité de minerai qui n'a aucune préparation mécanique à supporter avant de passer à la fonderie.

Il y a des mines où l'on peut sortir ce minerai choisi dans des brouettes particulièrement destinées à cet usage, ou dans de petites hottes. Mais si l'on est forcé de le faire passer dans les tines, rien n'est plus aisé que de le renfermer dans une plus petite tine toujours propre, et que l'on fait entrer dans la grande au moyen de deux poignées. On sera bien payé de tous ces soins, qui semblent minutieux au premier abord, mais qui en définitive sont très-productifs.

A la mine de Beschert-Glück, en Saxe, quoique l'on dépouille le filon, la richesse et la variété des minerais font qu'on a cru convenable de faire une première séparation dans la mine. A cet effet, quand le mineur a fait sauter la masse du filon, le maître mineur se rend dans l'endroit, il visite les débris, se fait aider par un ou deux garçons qui sont au fait de ce genre de travail, fait quatre tas ou classes de minerai, qui portent les noms de *bon*, *médiocre*, de *pierres à boccarder* et de *pierres de roches* ou stériles.

Lorsqu'on exploite un endroit où le filon contient de grandes masses d'argent, le triage se fait en présence d'un des chefs de la mine; le maître mineur se saisit des minerais, les accompagne au jour, les enferme dans une armoire particulière et en répond; c'est ce qu'on nomme le *très-bon* [1]. On fait aussi un premier triage dans l'intérieur des mines du Cornouailles et du Devonshire.

La méthode des glissoirs, dans lesquels on verse le minerai pour le faire passer du haut d'une montagne au fond d'une vallée, n'est réellement bonne que pour les minerais durs et de bas prix, comme les minerais de fer, par exemple; mais elle est désastreuse pour tous les autres.

Je m'arrête ici, car toutes les préparations subséquentes que l'on fait subir aux minerais, soit au patouillet, au boccard, aux cylindres, dans les ateliers de criblage ou de lavage, sont étrangers à l'exploitation, et se rattachent plus naturellement aux opérations métallurgiques, qui n'entrent point dans le plan de cet ouvrage, dont les limites commencent à la recherche et se terminent à l'extraction et à la sortie des minerais. L'espèce de lavage que l'on fait subir dans l'intérieur de la mine du Bleyberg, pour isoler les

---

1 D'Aubuisson, Préparation des minerais en Saxe, Journal des mines, n.° 67.

knotes ou noyaux de plomb, n'est réellement qu'un triage.

§. 7.

De l'exploitation des minerais par lavage.

Les sables ou les terres qui contiennent des grains d'or, de platine ou d'étain, s'exploitent au moyen de l'eau que l'on fait courir avec art dans des fosses disposées à cet effet.

Ces exploitations, qui portent le nom de *lavages*, sont très-répandues au Brésil, au Chili, au Mexique, au Pérou et à Buénos-Ayres, pour l'or et le platine, et en Cornouailles pour le minerai d'étain.

Le terrain qui contient la plus grande quantité d'or en Amérique, est une espèce d'agglomérat peu solide, composé d'un gravier assez grossier, qui porte le nom portugais de *casalho* ou *cascalho*, et qui se trouve immédiatement au-dessous de la terre végétale.

« Quand on peut se procurer un courant d'eau suffisamment élevé, dit M. Mawe dans son Voyage au Brésil, on taille dans le *casalho* des gradins, qui ont chacun vingt à trente pieds de long sur deux à trois de large, et un seulement de hauteur. On creuse à la base une fosse de deux ou trois piéds de profondeur; sur chacun de ces gradins on place six à huit nègres qui, à mesure que l'eau descend doucement, remuent sans relâche la terre avec la pelle jusqu'à ce qu'elle soit toute con-

vertie en boue liquide et entraînée plus bas. C'est dans la tranchée inférieure que les paillettes d'or s'arrêtent, en se précipitant au fond par le seul fait de leur grande pesanteur spécifique.

« Après cinq jours de lavage on enlève le sédiment du fond de la tranchée; il est presque noir et se trouve composé d'oxide de fer, de pyrites, de quarz ferrugineux et de paillettes d'or. On transporte ce sédiment auprès d'un autre courant d'eau, pour lui faire subir un nouveau lavage.

« On se sert pour celui-ci de *sébiles* ou *gamelles* en forme d'entonnoir, larges de deux pieds par le haut et de cinq à six pouces de profondeur. Chaque laveur, se tenant debout dans le ruisseau, prend environ cinq à six livres du sédiment aurifère dans sa sébile, y fait entrer une certaine quantité d'eau, l'agite avec adresse, de manière à ce que toutes les paillettes d'or tombent au fond et sur les parois de la sébile, en se séparant des autres substances légères que l'eau entraîne avec elle.

« On vide ensuite les gamelles dans une autre plus grande, qui est remplie d'eau, et où l'or se dépose tantôt sous la forme de paillettes excessivement petites, et tantôt sous celle de petits grains de la grosseur d'un pois et au-delà. »

Telle est la méthode usitée dans les lavages de *Jaragua*, de *Contagallo*, de *Minas-Ge-*

raes au Brésil, et probablement dans ceux du Chili, du Mexique, de Buénos-Ayres et du Pérou; et tels sont à peu près, quoique plus en petit, les moyens que les orpailleurs mettent en usage pour le lavage des sables aurifères de quelques-unes de nos rivières d'Europe, comme le Rhin, le Gard, le Rhône, etc. Le platine se trouve disséminé dans un terrain qui renferme en même temps des paillettes et des grains d'or, et il y est si intimement associé, qu'on ne peut ramasser l'un sans l'autre. Les lavages qui donnent plus particulièrement ce double et précieux produit, sont ceux de la grande plaine de Choco, qui fait partie de la Nouvelle-Grenade, à quelques degrés au nord de l'équateur, et qui n'a rien moins que six cents lieues carrées d'étendue.

On cite particulièrement Condoto, Viroviro, Santa-Lucia et le village de Loro, dans le terrain duquel on a trouvé tout à la fois de l'or, du platine et des troncs d'arbres pétrifiés au milieu du *casalho*. Mais au reste tout le platine qui se trouve répandu dans le commerce ne provient pas seulement de cette partie de l'Amérique du Nord, il s'en trouve aussi dans quelques lavages du Brésil et même à Saint-Domingue, mais on remarque que celui de Choco est en grains plus gros et plus compactes. Ne pouvant séparer le platine d'avec les paillettes d'or par le lavage ou tout autre moyen mécanique, on a recours à l'a-

malgamation du mercure, qui dissout l'or et laisse le platine.

Il est assez remarquable que les trois corps les plus précieux de la nature se trouvent dans les mêmes terrains et se recueillent à peu près de même; car les diamans se trouvent dans le même *casalho* qui contient l'or et le platine, et c'est encore par le lavage qu'on parvient à les découvrir et à les rassembler.

La mine d'étain de *Carclase* en Cornouailles nous offre l'exemple d'une exploitation où l'eau est employée directement à l'abattage du minerai, et bien que ce fait soit unique, il n'en mérite pas moins d'être cité, puisqu'il peut arriver que la même circonstance se présente ailleurs.

Cette mine, située sur le flanc et presque au sommet d'une colline granitique, au milieu d'une bruyère inculte, présente une excavation à ciel ouvert, de trois cents mètres de long sur cent vingt de large et quarante de profondeur[1]; ses parois ont pris, par suite des travaux d'exploitation et de l'action des agens atmosphériques, des formes hardies et bizarres, qui rappellent certaines ruines gothiques.

Les eaux pluviales contribuent pour beaucoup à l'exploitation, en coulant sur les pa-

---

1 Dufrenoy et de Beaumont, Voyage métall. en Angleterre, pag. 192 et suiv.

rois, enlevant la surface du granit tendre, déchaussant les petits filons d'étain qui le traversent en tous sens en les faisant tomber, et enfin, en les entraînant et les réunissant même vers le bas des travaux. Le travail des ouvriers se réduit alors à rassembler ces fragmens de minerai, et encore arrive-t-il souvent qu'ils s'aident de petits courans d'eau pour accélérer cette récolte, en les amenant à travers la bruyère et les faisant répandre à dessin sur la surface du granit, qu'ils attaquent avec leur pic. Or, tous ceux qui ont travaillé dans cette roche, savent qu'elle est beaucoup plus facile à entamer quand elle est mouillée que quand elle est desséchée, et sous ce point de vue l'eau devient encore un puissant auxiliaire pour ces mineurs industrieux.

Les dépôts d'alluvion stanifères du Cornouailles et du Devonshire, ajoutent encore MM. Dufrenoy et de Beaumont, sont constamment exploités à ciel ouvert et au moyen de courans d'eau, à l'aide desquels on sépare le minerai du sable dans lequel il est disséminé.

La disposition du lavoir varie suivant que le dépôt est plus ou moins épais et plus ou moins riche.

On commence par enlever les bancs d'argile, de tourbe et de sable qui recouvrent le dépôt de sable stanifère, par un travail de terrassement conduit par banquettes et gradins demi-circulaires. Les déblais sont trans-

portés avec des brouettes dans les parties déjà excavées; le diamètre du demi-cercle qui forme le gradin inférieur est égal à la largeur du banc stanifère, terminé de tous côtés par les collines qui entourent la vallée.

Les eaux qui filtrent de toute la masse du terrain sont reçues de deux en deux ou de trois en trois gradins, dans des rigoles horizontales, qui les empêchent de couler librement et de dégrader l'ouvrage. Elles sont conduites par des rigoles inclinées, garnies de planches et de gazon, jusqu'au gradin inférieur, dans lequel se trouve une caisse longue où on les fait tomber en nappes, et dans laquelle se fait le débourbage, le lavage et le criblage de tout le sable stanifère ainsi rassemblé : cette caisse est suivie de bassins de dépôt, desquels l'eau est conduite dans des puisards, où des pompes l'enlèvent et la jettent hors de l'exploitation.

Tels sont à peu près les services directs que l'eau rend à l'exploitation, en y comprenant, bien entendu, la manière dont elle attaque les terres salées que nous allons décrire dans le paragraphe suivant.

A l'égard des minerais de fer que l'on *pêche* au fond de certains marais du Nord, leur exploitation singulière n'a aucun rapport avec celles qui nous occupent pour l'instant, et tient tout-à-fait aux circonstances locales.

§. 8.

Exploitation des mines de sel gemme, des terres et des eaux salées.

Exploitation des mines de sel gemme.

Les mines de sel gemme s'exploitent tantôt à ciel ouvert, et tantôt comme les carrières souterraines. Dans le premier cas, elles n'offrent absolument rien qui leur soit particulier, et dans le second, elles ne nous présentent que de vastes excavations, dont les voûtes et les étages sont soutenus par de nombreux piliers.

La montagne de Cardonne, en Catalogne, située à seize lieues de Barcelonne, et que l'on compare pour la hauteur et la masse à celle de Montmartre, près Paris, est presque entièrement composée de sel gemme, disposé en couches verticales d'une épaisseur variable, que l'on exploite à ciel ouvert, et par gradins, comme une carrière de pierre à chaux, et que l'on abat à l'aide de la poudre et des coins.

Cette montagne de sel, exposée à l'action des eaux pluviales, ne diminue, suivant M. Cordier, que de 4 pieds 8 pouces 5 lignes de hauteur en cent ans, diminution presque imperceptible, et qui a fait croire aux habitans du pays que leur montagne de sel résistait à la pluie.

Il existe en Asie plusieurs exploitations de sel gemme à ciel ouvert, et cette substance, en raison de la sécheresse du climat, est employée comme pierre à bâtir. Plusieurs parties de l'Afrique offrent aussi des masses de sel gemme exploitées à ciel ouvert et dont les produits sont exportés fort loin.

L'on a cité et l'on citera long-temps encore les célèbres mines de sel gemme de Wielitska ou Wieliczka et de Bochnia, en Pologne. A Wielitska, les travaux sont distribués sur trois étages, qui correspondent chacun à une couche ou amas de sel. Le premier atelier se trouve à 200 pieds au-dessous de la surface, et le plus profond à 740 (240^{m}); quelques voyageurs ont porté cette profondeur jusqu'à 1000 pieds.

C'est ce dernier amas qui fournit le sel le plus pur, le plus blanc et le seul, dit-on, qui soit exploité présentement. Les travaux s'étendent à peu près à une demi-lieue en longueur, sur environ un quart de lieue de largeur. Ils consistent en galeries et en chambres d'une hauteur prodigieuse, entièrement taillées dans le sel, et soutenues par des piliers réservés dans la masse. On cite de ces excavations qui ont 50 mètres et plus de hauteur.

L'abattage du sel a lieu au moyen de la poudre, des coins et des leviers. On l'exploite en gradins montans, et il résulte de ce mode d'extraction des vides coniques qui commu-

niquent les uns avec les autres par des galeries transversales.

Les blocs les plus purs sont taillés sur place en cylindres de 3 pieds de haut sur 2 pieds à 2 pieds 6 pouces de diamètre, que l'on nomme *balwanes*, et qui s'exportent au loin, tandis que les débris sont vendus et employés dans le pays même.

Douze puits sont destinés au service de ces grandes excavations, soit pour l'extraction du sel, soit pour l'entrée et la sortie des ouvriers, qui sont au nombre de douze à quatorze cents.

Quelques galeries voisines de la surface sont uniquement destinées à rassembler les eaux pluviales qui filtrent à travers la terre végétale, et à les conduire au dehors. Quarante chevaux sont attachés au service intérieur; ils y vivent ordinairement six ou sept ans, sans y éprouver d'autre incommodité que celle d'y perdre totalement la vue.

L'air, qui circule librement dans ces grandes exploitations, est pur et sec. Les mineurs y jouissent d'une santé parfaite, et les boisages s'y conservent fort long-temps, sans que l'on soit obligé de les changer; observation qui s'applique au reste à toutes les mines de sel et même aux travaux des marais salans. Ces mines célèbres, qui fournissent un sel blanc et transparent comme de la glace, mais dont on a beaucoup exagéré les merveilles, sont ouvertes, suivant Patrin, depuis 1251. Il

n'est point vrai que l'on y ait construit un village habité par des mineurs, leurs femmes et leurs enfans; il est faux que ces hommes et ces femmes aient renoncé au bonheur de voir le jour: mais le fait est, qu'on trouve au premier étage en descendant une chapelle sculptée dans le sel, dédiée à S. Antoine; que cette chapelle a 30 pieds sur 24 et 18 de hauteur; que l'autel, ses degrés, ses candelabres, ses colonnes torses qui le soutiennent, la chaire, le crucifix, les statues de la Vierge, de S. Antoine et de Sigismond, roi de Pologne, sont sculptés dans le sel; qu'il y existe encore deux autres chapelles, dans lesquelles on dit la messe au bruit des trompettes et des timbales, à certains jours de l'année, en mémoire de quelque phénomène arrivé anciennement dans ces salines. Enfin, il est vrai qu'on a pratiqué des écuries pour les chevaux et des loges, dans lesquelles on renferme les outils des ouvriers, qui sortent de la mine tous les jours, et où ils ne restaient que quatre heures, à l'époque où Macquart les visita. Il est encore vrai que ces souterrains renferment plusieurs petits lacs, sur lesquels on se promène en nacelle, et que l'aspect de ces mines, le brillant éclat des parois, la hauteur des voûtes et la hardiesse des piliers qui les soutiennent, sont bien faits pour étonner et pour frapper l'imagination des voyageurs les plus calmes et les plus véridiques.

Les mines de Bochnia, qui sont voisines de

celles de Wielitska, sont aussi très-remarquables par l'étendue et l'élévation de leurs excavations, et surtout par la puissance de la couche de sel, qui a donné lieu à tant de travaux, et dont on porte l'épaisseur à 300 pieds (100 mètres).

La situation de ces belles mines est au nord des monts Krapacks, à deux lieues au sud de Cracovie, en Gallicie. Elles appartenaient à la Pologne avant le démembrement de cet état; aujourd'hui elles font partie du domaine de la couronne d'Autriche, et occupaient dernièrement encore environ huit cents ouvriers. (Manès.)

On fait remarquer que ces célèbres mines de sel ont des points de ressemblance frappans avec les salines infiniment moins importantes de l'Autriche, de la Bavière et du Tyrol, et que les montagnes calcaires qui renferment ces dernières, se rattachent de proche en proche avec celles au pied desquelles ces grandes mines de sel sont situées; car, pour le dire en passant, les salines se rencontrent toujours vers la base des grandes chaînes, et à une faible élévation au-dessus du niveau de la mer. Suivant M. de Buch, la mine de Hall, ouverte à 848 toises, est le point le plus élevé où la formation du sel ait jamais été observée.

Les mines de sel gemme du comté de Chester, ouvertes aux environs de Northwich, en Angleterre, renferment des couches puissan-

tes, qui sont exploitées à l'aide de galeries élevées, soutenues par des piliers régulièrement réservés dans le sel.

La masse ayant assez de solidité et de consistance pour se soutenir d'elle-même, sans que l'on soit obligé de remblayer, comme nous l'avons vu en parlant des houillères en masse, il en résulte que ces mines présentent de vastes excavations d'un aspect imposant et véritablement monumental.

Les couches de sel n'y sont point parfaitement droites; elles sont ondulées et d'une épaisseur moyenne de 60 pieds (20 mètres). Au-dessous du premier étage on trouve un banc de roc (probablement calcaire ou gypseux), puis on entre de nouveau dans une seconde masse de sel, dont la puissance est encore inconnue.

Jusqu'ici la France n'avait possédé que des sources salées; mais la découverte faite à Vic, département de la Meurthe, de trois belles couches de sel gemme, dont l'épaisseur dépasse 100 pieds, va nous procurer un nouvel exemple d'exploitation des mines en masse, et compléter en quelque sorte la richesse minérale de la France.

L'exploitation du sel gemme dans ces différentes contrées n'a rien qui la distingue de l'exploitation des carrières souterraines et à ciel ouvert, et il serait tout-à-fait superflu de s'y arrêter davantage, puisque nous avons déjà décrit ce mode d'extraction, en parlant

de l'exploitation des pierres à bâtir, des ardoises, etc. La seule précaution qu'elles exigent impérieusement, c'est d'en écarter les filtrations d'eau douce, soit qu'elles proviennent de la surface ou de l'intérieur, ce qui exige quelquefois des travaux longs et coûteux.

Exploitation des terres salées.

Le sel ne se trouve pas toujours dans le sein de la terre en couches ou en bancs d'une grande épaisseur et d'une pureté plus ou moins parfaite, ainsi que nous venons de le dire : il est au contraire assez souvent disséminé en veinules, en rognons ou bien en grains imperceptibles, dans des argiles ou dans des terres gypseuses, d'où il serait impossible de le dégager mécaniquement. On a donc été forcé de recourir à un moyen d'exploitation qui est particulier à cette substance dont la présence échappe à l'œil, et qui n'est sensible qu'au goût. Ce moyen est la dissolution par l'eau douce, et c'est à l'art d'introduire cet agent dans le sein de la terre, de l'y retenir jusqu'à ce qu'il soit parvenu au degré de salure qu'il convient d'atteindre avant de l'évaporer, que je donne le nom d'*exploitation des terres salées*, que l'on confond souvent avec celle des sources, sous la dénomination générale de *salines*.

Le sel se trouvant disséminé dans les argiles qui appartiennent à cette formation, et

l'existence de ces terres salées étant bien reconnue par des signes extérieurs ou des affleuremens, on commence ordinairement par chasser une galerie de direction, qui commence au jour et qui s'enfonce dans l'intérieur de la masse salifère. Ces galeries se soutiennent d'elles-mêmes, si elles traversent le gypse ou le calcaire, et il faut au contraire les boiser *très-serré*, si l'on travaille dans l'argile salée, qui perd toute consistance par le contact de l'air. Ces galeries de direction, qui sont les plus longues et les plus importantes, communiquent avec de grandes excavations que l'on nomme *salons*, à l'aide d'autres galeries transversales, horizontales ou inclinées, qui sont moins longues que les premières, mais qui n'offrent absolument rien de particulier.

Arrêtons-nous aux salons, et disons avant tout, que c'est à l'ouvrage de M. Marcel de Serres, sur les arts et manufactures d'Autriche, que nous empruntons ce que nous avons à dire sur l'intérieur de ces travaux particuliers[1], qu'il a visités avec soin à l'époque où nos armées occupaient l'Autriche, la Bavière, le Tyrol, etc., et qu'il a parfaitement décrits.

Les *salons* sont des excavations plus ou moins grandes, creusées dans les *argiles salifères*, pour y rassembler l'eau nécessaire à la

---

1 Marcel de Serres, Essai sur les arts et manufactures de l'empire d'Autriche, tom. II, pag. 267 et suiv.

dissolution du sel qu'elles contiennent. Lorsque l'on veut creuser un salon, en Tyrol par exemple, on choisit, parmi les galeries de recherche que l'on a percées, les cantons qui sont les plus riches en sel. Ce choix étant fait, on commence par creuser un puits vertical ou une galerie inclinée de transport, qui conduit d'une galerie plus élevée jusqu'au bas du salon que l'on veut former; quand cette galerie est creusée, on pratique de chaque côté de celle-ci des fosses qui sont destinées à faciliter l'établissement du salon, et l'on continue ainsi à enlever les terres jusqu'à ce que l'on ait donné une certaine étendue à cette excavation; dans quelques mines on en continue l'enlèvement jusqu'à ce que le salon puisse contenir 4000 eimers[1] d'eau (407,703 mètres cubes); mais on fait en sorte de ne lui donner que 6 à 8 pieds (2^m à 2,66) de haut.

Dans le commencement, les salons sont au niveau des galeries qui y conduisent; mais ils ne tardent pas à devenir plus élevés qu'elles, par l'accumulation des terres insolubles qui tombent au fond. En effet, comme l'eau douce que l'on introduit dans ces excavations n'a d'autre but que de dissoudre le sel qui est disséminé dans les argiles, on conçoit que les terres salées qui se détachent du pla-

---

1 L'eimer est une mesure qui équivaut à 2752 pieds cubes (102 mètres cubes environ).

fond par suite de l'humidité dont elles sont pénétrées, tombent au fond de ces vastes réservoirs, et l'exhaussent à proportion que le plafond s'élève, d'où il résulte que les salons ne peuvent changer de dimension en hauteur, et que l'eau douce ne peut avoir d'action sur le fond, puisqu'il est toujours recouvert de terre. L'on a remarqué que les salons s'agrandissent davantage par leur partie supérieure, qui n'est souvent qu'humectée, que par leurs côtés, qui sont toujours en contact immédiat avec l'eau, et il résulte de la chute continuelle du plafond et du dépôt, qui se fait aussi continuellement sur le sol, que les salons se trouvent au bout d'un certain laps de temps à 60 pieds et plus au-dessus de leur niveau primitif, qui est celui du sol des galeries par lesquelles on conduit les eaux salées dans les chaudières où on les évapore.

On ne soutient les salons que lorsqu'ils ont acquis naturellement, ou par des travaux d'art, des dimensions démesurées; mais comme il n'est pas possible de réserver des piliers, ainsi que nous avons vu que cela se pratique pour les carrières et les houillères, puisque ces piliers seraient attaqués et détruits par l'eau douce, on a trouvé que le moyen le plus économique consiste à pétrir de l'argile qui a perdu son sel, et à en former des masses de soutènement dont on peut augmenter l'épaisseur et la force à volonté. Ce moyen, infiniment plus économique que l'emploi du

bois, présente encore l'avantage de diminuer la masse de déblais à sortir.

Par la même raison, qu'il faut donner des limites aux dimensions des salons, il devient essentiel aussi, lorsqu'on veut en établir un nouveau, de le placer à une assez grande distance de ceux qui existent déjà, à 30 mètres, par exemple; et encore trouve-t-on cette séparation trop faible, quand on est voisin d'un salon de la capacité de 6 à 700,000 eimers (70,977,700 mètres cubes). On conçoit que, moins les argiles sont chargées de sel, et plus les salons doivent s'agrandir dans un temps donné, parce qu'il faut qu'une plus grande masse d'argile muriatifère se mette en contact avec une certaine quantité d'eau douce, pour l'élever au degré convenable de salure, qui varie de 14 à 16°, c'est-à-dire, que l'eau, pour être bonne à évaporer, doit contenir de 14 à 16 livres de sel par quintal de liquide, une livre répondant à un degré. Par la même raison, moins les argiles sont riches et plus il faut écarter les salons les uns des autres, puisqu'ils tendent à se rapprocher plus vite.

Comme il peut arriver cependant que deux salons deviennent trop voisins, ou que l'un d'eux soit trop peu éloigné d'une galerie ou de tout autre ouvrage, on est dans l'usage de construire, en pareil cas, ce que l'on nomme une *digue de garantie*, que l'on fortifie avec de l'argile pétrie, et si cette digue barre le

passage d'une galerie de service, on rétablit la communication par un détour.

Il vient un moment où le changement de niveau des salons force à les nettoyer, c'est-à-dire à enlever les terres qui se sont accumulées sur leur sol, et ce moment arrive encore d'autant plus vite que l'argile muriatifère contient moins de sel; mais dans les mines riches cette opération ne devient nécessaire qu'après le sixième remplissage.

Pour faire ce déblai, on laisse d'abord sécher le sol, et l'on n'enlève la terre que lorsqu'elle a pris assez de consistance pour que l'on puisse la charger avec des pelles dans des brouettes ou des chiens de mine, dont on facilite la circulation par tous les moyens possibles.

On profite du moment où les salons sont secs et nettoyés, pour en augmenter l'étendue, et la mettre pour ainsi dire en proportion avec la hauteur; mais dès que cette opération est achevée, on s'empresse de rétablir les communications, de faire les réparations indispensables et de réintroduire l'eau douce dans ces vastes excavations. Il arrive assez souvent, pour accélérer l'agrandissement d'un salon, qu'au lieu de laisser séjourner l'eau douce jusqu'au degré nécessaire de saturation, on la fait écouler dans un salon plus vaste, pour la remplacer par de nouvelle eau douce.

Un salon présente toujours deux ouvertu-

res, au moyen desquelles on peut y aborder et que l'on dispose aux deux extrémités opposées. La première, qui est une galerie inclinée, sert de passage à l'eau douce, qui est conduite au salon par des tuyaux de bois, et la seconde, qui est aussi une galerie inclinée, hermétiquement fermée par une digue pendant que le salon est plein, sert au passage de l'eau chargée de sel au degré qui convient à l'évaporation.

La première, qui donne entrée à l'eau douce, est plus élevée que le sol du salon, et la seconde, qui sert à la sortie de l'eau salée, est plus basse que ce même sol.

Outre les piliers de soutènement dont nous avons déjà parlé, on remarque encore dans l'intérieur d'un salon ce que l'on appelle des *puits à filtrer* ou *caisses à eau.* (Pl. XV, fig. 3 et 4, AA.)

Ces puits sont des espèces de caisses carrées en bois, qui ont toujours un peu moins de deux mètres de largeur, et dans l'intérieur desquelles on pratique deux petits canaux communiquant avec les tuyaux qui conduisent l'eau salée jusqu'au jour. Ces caisses doivent s'élever jusqu'au ciel des salons, et être recouvertes par un toit incliné, afin que l'eau ne puisse pas y arriver par le haut, et que les déblais restent en dehors et ne tombent pas dans leur intérieur. C'est pour parvenir plus sûrement à ce but que ces caisses sont formées de planches assemblées, qui ne

laissent entre elles que des intervalles qui ne permettent pas aux parties terreuses de pénétrer, et que l'on dispose en outre des espèces de cribles de métal à l'entrée des tuyaux de conduite.

Le nombre de ces caisses à filtrer varie avec l'étendue des salons; mais la principale se trouve toujours à l'ouverture qui est fermée par la digue dont nous allons bientôt donner une idée. On remarquera toutefois que l'on attend que l'eau se soit éclaircie dans les salons, avant d'ouvrir les robinets qui terminent les tuyaux de conduite; car, sans cette précaution, les caisses à filtrer et les cribles seraient bientôt encombrés et bouchés par la vase: ainsi, non-seulement il faut attendre que l'eau soit arrivée au degré convenable de saturation, mais encore que cette eau se soit reposée et complétement clarifiée, avant de lui donner l'écoulement vers les chaudières.

On ne voit à l'entrée supérieure des salons, par laquelle on introduit l'eau douce, qu'une espèce d'index ou de flotteur, qui marque la hauteur de l'eau dans le salon; mais à l'issue inférieure, qui donne passage à l'eau saturée, et qui supporte toute la charge et toute la pression de la masse énorme de l'eau contenue dans ces petits lacs souterrains, on est forcé de lui opposer des digues, dont la construction est le plus grand objet de dépense qu'occasionnent les salons, et dont l'importance est telle que l'on emploie quelquefois

six mois à en porter une seule à son point de perfection. Ces digues infiniment coûteuses, qui s'exécutent dans les salines d'Autriche, ne me paraissent pas les mieux entendues. Je préfère celles de Hall en Tyrol, et ce sont elles dont je vais donner la description et la figure, d'après l'ouvrage de M. de Serres, que j'ai déjà cité.

Immédiatement après l'ouverture inférieure des salons de Hall, on place une caisse à filtrer, semblable à celles que nous avons déjà décrites (pl. XV, fig. 3 et 4). Cette caisse (A), solidement construite, est suivie d'une petite galerie (B) revêtue de planches et d'argile battue provenant du dépôt des salons : cette galerie, qui n'a guère que 8 pieds de long (2^m,66), est établie avec beaucoup de soin, et se trouve partagée transversalement vers son milieu par une cloison (*b*) percée de trous obliques, et faisant l'office d'un crible (fig. 1). A l'extrémité de cette galerie, de 5 pieds de large (1^m,66), l'on établit ce que l'on appelle la *petite digue* (C); elle est plus large que la galerie, a 2 pieds (0,66) d'épaisseur, et se construit en pièces de charpente et en argile pétrie avec de l'eau salée : cette digue est traversée par l'extrémité postérieure des tuyaux de conduite composés de manchons coniques assez courts, emboîtés les uns dans les autres, et qui, en forçant l'eau à faire de petites cascades, facilitent la précipitation des sels les moins solubles, et particulière-

ment des sulfates de chaux, dont ces mines contiennent une forte dose. La grande digue (D) s'appuie sur la petite, elle est plus large, plus haute et plus fortement construite que la première, mais toujours en charpente et terre battue; enfin, on remarque vers le bas, l'extrémité antérieure du tuyau de conduite, se terminant par un robinet qui verse l'eau salée dans une auge, d'où elle se rend dans les chaudières d'évaporation au moyen des tuyaux de bois qui règnent sur le sol des galeries, suivent le contour des montagnes, traversent les vallons, comme de petits aqueducs, et parcourent ainsi une et plusieurs lieues entre la mine et l'usine.

On apporte, comme nous l'avons déjà dit, le plus grand soin à la construction des digues, non-seulement pour ce qui tient à l'emploi de l'argile, que l'on manipule long-temps d'avance, à l'exécution de la charpente, dans laquelle on n'emploie que le bois du *pinus laryx;* mais encore dans la forme qu'on leur donne, et qui est fondée sur ce que la pression des fluides s'exerce dans tous les sens et proportionnellement à leur hauteur verticale, que la colonne liquide soit oblique ou non, et comme un fluide en repos presse une surface qui lui est opposée perpendiculairement ou obliquement avec une force égale au produit de cette surface multiplié par la hauteur, il suit de là qu'une digue supporte une plus grande poussée vers le bas

que vers le haut, ce qui a engagé à donner plus d'épaisseur vers le bas aux digues de Hall qu'à leur partie supérieure.

Suivant l'élévation du sol des salons, par rapport aux galeries qui servent à conduire l'eau douce et l'eau salée, ainsi que les argiles qui se déposent pendant tout le temps que met l'eau à se saturer au degré convenable, on pratique des puits verticaux ou inclinés, dans lesquels on introduit des tuyaux de bois qui servent à l'écoulement des eaux, tandis que le reste du vide est destiné à donner passage aux déblais, qui sont jetés par le haut et reçus sur des plans inclinés, d'où on les charge sur des *chiens* ou chariots qui servent à les sortir hors des travaux. La figure 2, pl. XV, présente la vue de face de la grande digue, la disposition du robinet et du bac qui reçoit l'eau salée, d'où elle se rend dans la chaudière.

Exploitation des eaux salées.

Les eaux salées se trouvent en général dans les mêmes terrains qui contiennent ordinairement le sel gemme en nature et les terres salées : il est même plus que probable qu'elles ne doivent leur salure qu'au séjour ou au passage plus ou moins prolongé, qu'elles font sur le sel ou les terrains salés; car on a remarqué qu'après les fortes pluies elles augmentent de salure comme de volume, ce

qui prouve que le sel qu'elles tiennent en dissolution était tout formé dans la nature. Si l'on en voulait une preuve plus convaincante encore, on la trouverait dans la découverte du sel gemme, faite dans le département de la Meurthe, où l'on exploitait depuis bien long-temps les sources salées de Dieuze, Moyenvic, Château-Salins, etc. D'après ce que nous avons dit en parlant de l'exploitation des *argiles salifères*, il nous reste peu de chose à ajouter pour l'extraction des eaux salées; car tout l'art consiste en effet à augmenter le volume de ces sources, à y rattacher les moindres filets salés, à faire des recherches dans le but d'en trouver d'autres, et à en écarter au contraire avec le plus grand soin les eaux douces, qui circulent quelquefois tout à côté des eaux les plus saturées; singularité qui n'est point la seule que l'on remarque dans l'exploitation des sources salées, puisque l'on en a observé qui semblaient subir l'influence de l'état atmosphérique en produisant plus ou moins de sel, suivant que le baromètre est plus ou moins élevé; d'autres qui tarissent par un grand froid, et qui coulent abondamment par un temps sec et chaud; enfin les botanistes ont observé que plusieurs plantes qui sont particulières aux bords de la mer, se retrouvent aux environs des lieux où les sources salées sortent au jour.

Les travaux de recherches et ceux qui ont

pour but d'écarter les eaux douces, se composent de puits et de galeries, et si l'on est obligé de former des magasins d'eau salée dans l'intérieur des mines, pour quelque raison que ce soit, on ne peut y parvenir qu'en creusant de vastes excavations, qui ont les plus grands rapports avec les salons, dont nous avons parlé ci-dessus. De là, les eaux salées sont conduites à l'usine par des tuyaux de bois plus ou moins longs; mais comme ces sources ne font probablement que passer sur les couches salées, il en résulte qu'elles ne sont jamais assez saturées pour que l'on puisse les conduire immédiatement dans les chaudières; leur salure est beaucoup trop faible, et leur évaporation exigerait une trop grande quantité de combustible. On est donc obligé de les concentrer davantage par une évaporation naturelle aidée par l'art; opération qui sort de notre sujet, mais qui est fondée sur ce principe fondamental, qu'un liquide quelconque s'évapore d'autant plus vite qu'il présente une plus grande surface à l'air, et l'on parvient ainsi à augmenter le degré de salure de l'eau des sources, en les élevant au sommet de grands hangars, et les forçant à traverser, en retombant, des fagots d'épines entassés régulièrement les uns au-dessus des autres, sur une hauteur de cent pieds et plus. Ces vastes appareils, que l'on nomme *bâtimens de graduation*, sont exécutés très en grand sur les

bords du Rhin, en Bavière, en Tyrol, à Bex en Suisse, et servent, comme nous l'avons déjà dit, à faire évaporer, au moyen de l'air et sans feu, l'eau qui tient du sel en dissolution, et dont on veut augmenter le degré de saturation en diminuant la masse du liquide.

Parmi les sources salées les plus célèbres et les plus productives, nous citerons celles de Bex en Suisse (canton de Vaud), qui sont remarquables par l'étendue et la beauté des travaux souterrains qu'on y a pratiqués, et que l'on agrandit encore tous les jours, pour aller à la recherche de nouvelles eaux salées, écarter les eaux douces, etc.

On admire dans l'intérieur même de la montagne d'où sortent les sources, une roue hydraulique qui a 64 pieds (21 mètres) de diamètre, et qui est destinée à élever l'eau salée des travaux inférieurs; elle est mise en mouvement par un filet d'eau douce, que l'on conduit sur ses aubes au moyen d'un puits vertical qui débouche au sommet de la montagne, et qui a 400 pieds de profondeur.

Les sources salées qui sortent du pied des monts Krapacks, celles de Westphalie, de Lunebourg, de Brunswick, de Halle dans le duché de Magdebourg; celles de la Bavière, du Tyrol, du pays de Saltzbourg, sont en grande exploitation depuis des siècles, comme celles de Dieuze, qui remontent à l'année 1100 environ; celle de Château-Salins, qui fut fondée en 1330, par Isabelle d'Autriche; celle de

Moyenvic, également dans le département de la Meurthe; enfin, celles du Jura, des bords du Rhin, etc., sont toutes plus ou moins importantes, soit par leur abondance, soit par leur degré de concentration, qui est infiniment plus essentiel pour l'exploitant, qui, dans un temps donné et à beaucoup moins de frais, peut obtenir plus de sel d'une source peu abondante et fortement salée, que d'une fontaine riche en eau et pauvre en sel : et en effet, puisqu'il faut toujours amener l'eau à un certain degré de salure, avant de la faire évaporer, cette concentration, bien qu'elle s'effectue presque naturellement dans les bâtimens de graduation, exige toujours beaucoup de main-d'œuvre et de faux-frais, sans compter l'établissement et l'entretien de ces mêmes bâtimens, des pompes et des roues hydrauliques qui en dépendent. On voit donc combien on doit s'attacher à écarter des sources salées les plus légers filets d'eau douce; car on ne commence guère à évaporer dans les chaudières ou poêles, que lorsque l'eau a atteint 22 à 25 degrés de salure, c'est-à-dire lorsqu'elle contient un quart ou un cinquième de son poids de sel; tandis que dans l'état naturel ces sources ne contiennent ordinairement que 13 à 16 pour % de sel, et quelquefois beaucoup moins.

La mer, enfin, qui est bien certainement la mine de sel la plus abondante, puisqu'il forme le trentième de sa masse, n'est cependant pas,

à beaucoup près, la plus riche que l'on connaisse; car ses eaux ne marquent généralement que 3 à 4 degrés à l'aréomètre, qui est l'instrument dont on fait habituellement usage pour déterminer d'une manière certaine quel est le degré de saturation de toutes les eaux salées qu'on exploite pour en séparer le sel.

Malgré le peu de richesse de ces eaux, on en tire néanmoins, dans les provinces méridionales surtout, des masses immenses de sel, qui sont particulièrement employées dans les salaisons et dans la fabrication des soudes factices. L'histoire et la description des marais salans dans lesquels on fait évaporer l'eau de mer, sont aussi étrangères à cet ouvrage que le travail des chaudières de nos salines, et je ne pourrais les décrire sans dépasser les limites de l'exploitation proprement dite. Les eaux salées sont des minerais, leur découverte et leur conduite au jour appartient à l'exploitation; mais les moyens que l'on emploie pour extraire le sel qu'elles contiennent, sont du ressort des traitemens métallurgiques, et nous sont par conséquent tout-à-fait étrangers. Tout le monde sait, au reste, que l'on retire le sel des eaux de la mer en les conduisant dans des cases très-larges et très-peu profondes, où le soleil et le vent surtout les forcent, en les évaporant, à déposer le sel qu'elles tiennent en dissolution.

Quant au sel qui effleurit à la surface des déserts de l'Asie et de l'Afrique, les exploitans se bornent à le ramasser avec soin, pour éviter de le mêler avec le sable, et quand la chose devient impossible, on jette le tout dans de l'eau de mer, et l'on fait évaporer pour obtenir le sel pur.

CHAPITRE III.

Transports intérieurs, et extraction des minerais et des combustibles.

---

§. 1.er Transport à dos d'homme.
§. 2. Transport à brouette.
§. 3. Transport à chariots sur chemins de bois et sur chemins de fer.
§. 4. Transport intérieur par les chevaux et les mulets.
§. 5. Transport souterrain par eau.
§. 6. La poulie.
§. 7. Le tour simple.
§. 8. Le treuil ou tour à engrenage.
§. 9. Le tour à roue.
§. 10. Le cabestan simple.
§. 11. Le baritel.
§. 12. La grande machine à molette.
§. 13. Les machines à vapeur appliquées à l'exploitation des mines. — Tarifs.
§. 14. La machine à contre-poids.
§. 15. La machine à colonne d'eau.
§. 16. Les machines à tirailles et à varlets en bois, en fer, etc.
§. 17. Les chaînes et les câbles.
§. 18. Les tines, réseaux, caisses ou paniers dont on fait usage pour élever les minerais et les combustibles au jour.
§. 19. Les crochets.
§. 20. Les ponts roulans

Après avoir décrit tous les moyens que l'on met en œuvre pour détacher ou abattre les minerais et les combustibles, il nous reste à parler de ceux dont on fait usage pour les

transporter dans l'intérieur des travaux ou les sortir de la mine.

§. 1.er

Transport à dos d'homme.

On n'emploie guère ce moyen de transport que dans les mines de houille ou de lignite qui n'ont d'autre entrée que des galeries très-inclinées, ou des *bures* ou *fosses* garnis d'escaliers de pierre ou de bois. Telles sont les houillères des environs d'Aubin, département de l'Aveyron; celles des Bouches-du-Rhône, de la Loire et beaucoup d'autres.

Tantôt ce sont des hommes et tantôt des enfans qui font ce pénible métier; mais ce mauvais mode de transport est une suite nécessaire du mauvais mode d'exploitation que l'on a adopté dans ces différens pays, et qui fait qu'on ne peut se servir ni de beines, ni de chariots, ni de brouettes. Les descenderies garnies d'escaliers, quand on est obligé d'en faire, ne devraient servir, comme dans les salines de la Bavière, qu'à l'entrée et à la sortie des ouvriers, et nullement au transport des minerais ou des combustibles.

Le transport à dos d'homme a quelque chose de pénible à voir et de dégradant pour l'espèce humaine; c'est un triste spectacle, en effet, que de voir des hommes absolument nus, marchant à quatre pattes sur des degrés couverts de boue, et portant sur leur échine

d'énormes paniers ou de grands sacs de charbon à la manière des bêtes de somme. Qui n'éprouverait un mouvement de pitié en voyant ces jeunes enfans, tout nus, monter sur leur tête ou sur leur dos, dans les mines de lignite des Bouches-du-Rhône, des *couffes* ou de gros morceaux de ce combustible? Ces jeunes *mandits*, car c'est ainsi qu'on les nomme, sont si nombreux et si parfaitement indispensables, qu'ils se vengent pour ainsi dire du triste métier qu'on leur fait faire, en formant de temps en temps de petites coalitions, tendant à se faire augmenter leur paye. Dans un temps où l'on s'occupe avec zèle de l'amélioration du sort des prisonniers, on devrait songer aussi à adoucir celui d'une foule d'ouvriers qui n'ont aucun crime à expier, et qui font cependant des travaux bien plus pénibles que ceux que l'on exige de la part des prisonniers. Le travail à *col tordu*, qui est bien pénible, il est vrai, est au moins autorisé par l'impossibilité physique d'y en substituer un autre; et certes, il n'en est pas ainsi du transport à dos d'homme, qui peut facilement être remplacé par un autre : d'ailleurs, à part ces considérations morales, qui sont cependant bien d'un certain poids, ce mode est mauvais, mécaniquement parlant; car l'effet utile d'un homme qui monte et descend pendant un certain nombre d'heures en portant ce que sa force lui permet, est infiniment au-dessous de ce que ce même

homme aurait produit en appliquant sa même force au bout d'un levier, d'une manivelle ou d'une machine quelconque.

L'expérience a démontré, en effet, que le maximum de travail d'un porteur pendant une journée n'équivaut qu'à 52848 kilogr. élevés à un mètre; que le travail des mandits ou des enfans qui sortent le lignite des mines de la Provence, ne va guère au-delà de 42159 kilogr. élevés à un mètre, ainsi que mon neveu, M. Gindre, l'a calculé sur un assez grand nombre de ces enfans, qui portent, terme moyen, 23 kilogr., font trente-neuf voyages à 47 mètres de hauteur verticale, en montant sur de mauvais escaliers taillés dans la roche; tandis qu'en employant ces mêmes hommes à la poignée d'une manivelle qui décrit une circonférence de 23 décimètres, et à laquelle ils font faire vingt tours par minute, Coulomb à trouvé que leur effet utile égalait 116000 kilogr. élevés à un mètre par journée de travail.

Nous verrons bientôt, en parlant du transport à la brouette, quels sont encore les avantages de cette simple machine sur le transport à dos d'homme, *qui ne doit jamais être employé dans les ateliers où l'on veut exécuter avec économie et célérité des travaux continus.* (Dupin, 3.e leçon de dynamie.)

§. 2.

Transport par brouette.

Ce moyen n'est pas le meilleur, mais c'est celui qui convient aux petites exploitations, qu'il ne faut point mépriser, et qui donnent quelquefois plus de bénéfice à leurs propriétaires que celles qui sont montées très en grand. Il est certains gîtes qui ne comportent pas les grands moyens d'extraction, et cependant il faut les exploiter aussi, ces petits gîtes, surtout quand il n'y en a pas d'autres dans la contrée.

Ce moyen de transport exige l'établissement d'une suite de planches de chêne clouées les unes au bout des autres sur des traverses particulières, que l'on fixe solidement en travers des galeries ou sur les semelles des cadres, si le terrain l'exige.

Les brouettes doivent être solides, légères et d'une construction simple; telle est celle figurée planche XVI, figure 10, qui se compose, comme on le voit, de deux planches, qui forment à la fois les deux bras, deux côtés de la caisse et les supports de l'essieu de la roue. Les deux autres côtés de la caisse se font avec des bouts de planches clouées, et le fond, qui se cloue aussi avec les deux côtés, est soutenu par une traverse fixée dans deux étriers. Toute cette caisse est consolidée par du fer à ruban très-mince, qui

pèse peu et qui contribue beaucoup à la durée de toute la brouette. La roue, à quatre rayons, doit être faite et ferrée avec soin; car elle doit user plusieurs caisses, et je conseille de faire traverser l'essieu d'un bout à l'autre du moyeu, plutôt que d'employer deux tourillons à pointe, qui se dérangent souvent, malgré les deux petits cercles de fer dont il est bon de fortifier chaque bout du moyeu. On fera fort bien aussi de faire tourner les bouts de l'essieu dans des rondelles de tôle forte, percée au centre, et que l'on fixe sur les côtés par quatre clous rivés Ce modèle de brouette, dont je fais usage depuis bien des années, n'a pas besoin de pieds; il ne comporte ni tenons ni chevilles; il peut s'exécuter par les mineurs, sauf la roue, qu'il faut faire faire par un charron. Le bois de peuplier est excellent, parce qu'il est léger et difficile à fendre; mais c'est à cause de son peu de dureté que l'on doit border la caisse en tout sens avec du ruban de fer cloué à plat. Une brouette de cette sorte, bien conditionnée et bien ferrée, revient ordinairement à dix-huit ou vingt francs. Il faut en avoir de deux grandeurs au chantier, afin que les petits *rouleurs* ne soient pas forcés à trop écarter les bras. Je conseille de leur donner à chacun une *bricole* ou *bretelle* en corde ou en cuir, afin qu'une partie du poids de la brouette chargée soit supportée par les épaules et ne pèse pas en entier sur les bras

de ces jeunes enfans, qui commencent à faire ce métier à douze ans, sous les noms de *rouleurs*, *traîneurs* ou *hiercheurs*, et qui sont destinés à passer mineurs quelques années plus tard, ainsi que nous le dirons en parlant des ouvriers en général.

J'ai dit que ce mode de transport n'est pas le meilleur de tous, parce que nous en verrons bientôt de plus puissans, en effet; mais cependant l'expérience a prouvé qu'un homme qui pousse la brouette sur un chemin sec et uni, peut transporter dans la journée 14,5 mètres cubes de terre à 30 mètres de distance : avec la brouette ordinaire, l'homme ne supporte qu'une portion du poids du chargement, qui équivaut à 18 ou 20 kilogr., et qui n'exige qu'une force de 2 à 3 kil. pour la faire rouler. La charge moyenne d'une brouette est évaluée à 70 kil., dont 30 kil. environ pour le poids de la brouette elle-même. Maintenant, si l'on multiplie 14½ kilomètres, par exemple, par ces 70 kil., on trouve qu'un homme qui pousse la brouette produit un effet utile égal à 1015 kilogr. transportés à un kilomètre; tandis que nous avons vu ci-dessus que le maximum d'un homme qui porte à dos ne produit que 696 d'effet; produits qui sont entre eux comme 100 est à 145, ou, en d'autres termes, que cent brouetteurs feront autant d'ouvrage que cent quarante-cinq porteurs. Les terrassiers d'Auvergne, qui sont excellens, multiplient beaucoup les relais et

se relèvent souvent, ce qui coupe le trajet, donne du repos et permet d'aller beaucoup plus vite.

En 1826 les rouleurs du Lardin, gagnant 80 cent. par jour, sortaient dix-huit brouettes de charbon et parcouraient à chaque voyage 198 mètres.

La brouette vide et boueuse pesait 58 kil., et remplie de charbon 98 kil. : ainsi leur effet utile égalait 1764 kil. transportés à 198 mètres pour les brouettes pleines, et 684 kil. portés à la même distance pour les retours à vide, ensemble 2448 kilogr. portés à 198 mètres; tandis que les mandits de Provence ne peuvent élever que 897 kil. à 47 mètres, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus.

A *Alais*, le roulage s'exécute par des hommes au moyen de brouettes qui pèsent, chargées, 140 kilog. : ils sont obligés de faire dix-huit voyages par jour, chacun de 545 mètres, en sorte que leur effet utile est égal à 2520 kil. transportés à 545 mètres. Ces hommes gagnent 2^{f} 45^{c} : l'avantage est du côté des enfans.

Comme les brouettes ne peuvent pas pénétrer dans les travaux qui s'exécutent à col tordu, on fait usage de petites caisses montées sur quatre roulettes, que les plus petits rouleurs traînent dans les tailles jusqu'à la grande galerie, où les brouettes font le service jusqu'au pied du puits d'extraction et quelquefois jusqu'au jour. Les *courriaux* des mines de Provence sont de petits chariots très-

légers et à trois roues, dont les essieux tournent, et sur lesquels on charge des morceaux de lignite ou des couffes remplies de menu : les mandits les traînent au moyen d'une corde qui s'attache autour du corps et qui passe entre leurs jambes. (Pl. XVI, fig. 1 et 2.)

Dans les mines métalliques où l'on fait le triage que nous avons recommandé ci-dessus, on rassemble souvent la mine grasse dans des *conques*, espèces de petites auges creusées dans un morceau de bois blanc, qui sont très-plates, qui ont la forme d'une petite nacelle (pl. XVI, fig. 5), et que les rouleurs placent sur leur brouette chargée ou qu'ils portent sur leur tête jusqu'au magasin. Ce petit meuble, dont il est bon d'avoir une provision, sert aussi à délayer la poudre des canettes, etc.

Les *traîneaux* s'emploient quelquefois dans l'intérieur des mines de houille, afin de ne point jeter le combustible du haut en bas d'une descenderie et de ne pas trop le briser. Dans les mines d'Alais, ces traîneaux se composent d'une planche garnie de trois rubans de fer et d'une corbeille oblongue, dans laquelle on met la houille : lorsqu'ils sont lancés dans une descenderie, le traîneur monte dessus et descend ainsi sur sa charge avec une vivacité extrême. Dans les mines de la Loire, on traîne la houille dans des beines qui sont portées sur deux portions de cercle ferrées.

§. 3.

Transport par chariots ou chiens de mine, sur chemins de bois et sur chemins de fer.

Le transport que l'on exécute avec des chariots à quatre roues, exige un chemin de bois composé de deux planches ou de deux *limandes*, écartées l'une de l'autre à une distance convenable et proportionnée à la largeur de la voie. (Pl. XVI, fig. 7, 8 et 9.)

Avec le chien hongrois, qui est en usage dans presque toute l'Allemagne et jusque dans les salines du Tyrol, trois hommes, suivant M. Trebra, transportent, dans un temps donné et à une distance quelconque, la même quantité de déblai ou de minerai que sept hommes avec les brouettes.

Ce chariot est une caisse montée sur quatre roues, dont celles de devant sont les plus petites; on ne le tire point, mais on le pousse par derrière pour le faire marcher, ce qui nécessite l'emploi d'un moyen quelconque qui l'empêche de dévier et de sortir de dessus sa trace : on y parvient facilement sur les chemins de bois, et à plus forte raison sur les chemins de fer ou simplement ferrés, dont on fait un très-grand usage dans les mines anglaises.

Si le chemin est composé de deux planches, il suffit de les dresser au rabot sur l'un de leurs côtés, de les écarter l'une de l'autre

d'environ un pouce, et d'adapter au devant du chariot ce que l'on appelle un *guide* ou un *clou de conduite*. Cette pièce est tantôt un crochet à charnière dont le petit bout glisse entre les deux planches, et qui se relève s'il rencontre une pierre pour retomber aussitôt après; ou bien c'est une espèce de boulon qui se fixe par un écrou dans l'intérieur de la caisse, qui déborde au-dessous de trois à cinq pouces, et qui est recouvert d'un petit manchon mobile en cuivre, qui tourne dès qu'il touche à l'un des côtés de la fente, et guide parfaitement sans jamais augmenter le frottement. Quand ces chariots sont un peu trop grands ou un peu trop chargés, on fait quelquefois tirer un enfant en avant, comme cela se pratique dans certains pays pour les simples brouettes.

Quand les chariots roulent sur des limandes qui ont toujours au moins 2 pouces d'épaisseur sur 2 ½ à 3 de large, on donne aux quatre clavettes des essieux une forme particulière; on les fait déborder le diamètre des roues par dessous, de manière à ce qu'elles frottent légèrement la face extérieure des limandes, et qu'il soit absolument impossible que le chariot dérive. On facilite infiniment le roulage des chiens sur les limandes, quand on fait la dépense de clouer sur ces longuerênes un ruban de fer d'un pouce de large et seulement de deux lignes d'épaisseur. Cet échantillon ne pèse que trente-cinq kilogrammes

les cent pieds, et par conséquent la dépense n'est pas forte; il faut seulement avoir soin de faire fraiser le trou des clous, afin que les têtes ne débordent pas.

Au Huelgoët le transport se fait, comme à Poullaouen, avec des chiens hongrois, et chaque charieur doit faire dix voyages de 800 mètres pour 75 centimes.

Les *veys* du pays de Liége sont de petits traîneaux, qui s'emploient particulièrement dans les descenderies, qui sont beaucoup plus élevés derrière que devant, et qui traînent sur des limandes au moyen d'un câble qui s'attache au fond de la beine qui monte dans le puits, en sorte que la machine fait ce double office de traîner dans les descenderies et d'élever dans les puits verticaux.

Quand on est forcé de faire des galeries d'inclinaison, des descenderies ou des bures, on peut y coucher des échelles et faire servir les montans de ces échelles de limandes, sur lesquelles on fait passer les roues des chariots, qui sont entraînés par un câble simple ou sans fin, qui s'enroule sur un treuil, sur un cabestan ou sur le tambour d'une machine quelconque.

En Angleterre il existe quelques mines de houille dont les galeries sont garnies de chemins de fer, entre autres celle de lord Fitz-William, nommé New-Paskgate. Là, les ornières en fonte, car je suppose que l'on sait ce que l'on entend par un chemin de fer; les

ornières, dis-je, ne sont éloignées que de 0,60, et sont simplement clouées sur des traverses de bois de 0,10 de large, sur 0,08 d'épaisseur; les chariots qui passent dessus ne pesant que 600 livres (300 kilogr.), dont 300 de houille et 300 pour le poids du chariot lui-même. A la sortie de la mine, on verse le chargement de cinq de ces petits chariots dans un des grands, qui font le transport jusqu'à un canal, toujours sur un chemin de fer et en descendant, de sorte qu'un seul cheval traîne dix de ces chariots en descendant, et cinq à six en montant à vide. Tous ces chariots, grands et petits, tant ceux qui font le service intérieur que ceux qui font celui de l'extérieur, sont attachés les uns aux autres par des chaînes plus ou moins longues, et qui, quelquefois, vont s'attacher à un câble sans fin ou à une maîtresse-chaîne, qui est soutenue de distance en distance par des cylindres tournans en fonte; elle s'enroule sur le tambour d'une machine à vapeur, et ici il n'est plus nécessaire de songer à adapter un *guide* au chariot lui-même ou à chacune des roues, puisque les ornières sont creuses. Dans d'autres mines c'est la roue qui est creuse, comme la gorge d'une poulie, et la limande de fer est en relief: l'un et l'autre mode a ses avantages et ses prôneurs. Pour l'intérieur des mines, il me semble que les ornières creuses ont l'inconvénient de se remplir souvent de menu charbon, de déblais ou de poussière.

Les roues des chariots sont en fonte de fer : elles ont 0,20 ou 0,25 de diamètre ; et comme il importe de leur donner la plus grande dureté possible, on les jette dans des moules de fer, et le refroidissement presque subit de la surface opère l'endurcissement que l'on recherche, au moins pour l'extérieur.

A Anzin, on roule le charbon dans des *bacs* à roues de fonte, sur des chemins de fer forgé.

A la mine d'Eglinton, près Glasgow, on fait usage de chemins de fer dans l'intérieur des travaux. Mais ici ce ne sont point des caisses roulantes dans lesquelles on transporte la houille, ce sont de petits chariots plats sur lesquels on place un ou deux grands paniers, contenant chacun 600 livres de houille ; et dans d'autres mines ces paniers sont remplacés par des bassins en fer battu, soutenus par trois cercles de fer fixés à rivure. Ces paniers et ces bassins de fer ont pour but d'éviter le transvasement, qui produit toujours plus ou moins de poussière, et qui diminue infiniment la valeur de la houille.

Aux mines de Newcastle, le transport intérieur et extérieur s'exécute aussi sur des chemins de fer et dans des chariots à quatre roues, chacun pesant quatre tonneaux, 4000 kilog., dont 2750 kilog. de houille et 1250 pour le chariot lui-même. Chaque bande de fer fondu de $1^{m},30$, environ 4 pieds, sur 0,1 d'épaisseur, pèse 46 livres anglaises, et

chaque tasseau de fer forgé, qui se scelle dans le dé de pierre pour la jonction des barres, pèse 6 livres.

Huit chariots sont mis en mouvement par une machine à vapeur fixe, de six chevaux seulement, qui fait enrouler une corde sur un tambour, et qui leur fait parcourir neuf milles ou deux lieues et quart à l'heure. Les câbles servent un an et demi, et la dépense qu'ils occasionnent est d'un demi-sou par an et par mille de distance. Les roues des grands chariots ont huit rayons, leur diamètre est de 0,75, la largeur de la jante de 0,10, et les chariots sont attachés l'un à l'autre avec une barre. Un télégraphe, placé aux deux extrémités de la course, fait connaître le départ de l'un ou de l'autre, et il existe au milieu de ce trajet une galerie couverte, de 300 mètres de longueur, pour éviter que la neige ne s'engoufre sur ce point, où il aurait fallu faire une profonde coupure. Les poulies de fonte qui soutiennent le câble, sont éloignées de six mètres l'une de l'autre, et elles ont 0,35 de diamètre.

Lorsque l'on a des pentes à monter, on augmente la force du câble, et la machine est de la puissance de vingt-six chevaux. On porte à mille tonneaux, ou à environ 13,000 hectolitres, par journée de quinze à seize heures de travail, la quantité de charbon qui sort de ces mines. Cinq milles de chemins de fer, y compris les machines à vapeur, ont coûté

13,000 livres sterlings. Il faudrait cent chevaux pour faire ce même service.

Je dois ces détails, et beaucoup d'autres, à l'extrême obligeance de mon ami, M. Conrad, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui a bien voulu me les apporter d'Angleterre à la fin de 1824.

La planche XVI représente la plupart de ces petits chariots, dessinés d'après nature sur diverses exploitations et dans différens pays.

Les figures 1 et 2 représentent le courriaux des mines de lignite de Provence; 3 et 4, le chariot du pays de Mansfeld; 5, la conque; 6, le bac en fer battu cerclé, d'Écosse; 7, le chien hongrois avec son guide; 8, le petit chariot d'Écosse; 9, le chariot sur lequel on charge de grands paniers de houille; 10, la brouette tyrolienne; et 11, la couffe de sparterie, employée à porter le menu lignite de Provence : le tout dessiné sur l'échelle de 12 millimètres pour un pied.

Il serait superflu de s'appesantir davantage sur les détails de leur construction, elle peut varier avec les circonstances locales; mais on doit toujours viser à la solidité et surtout à la légèreté : cinq livres de plus ou de moins sur un chariot ou sur une brouette ne sont point à dédaigner, puisque cet excès de poids est pris sur la quantité de houille que l'on peut transporter à chaque voyage. Ainsi, par exemple, si l'on pouvait diminuer vingt livres du poids de ces petits chariots anglais qui en

pèsent trois cents, et si l'on suppose que chacun d'eux fait vingt-cinq voyages en vingt-quatre heures, ce qui n'est certainement pas exagéré, on arrive à ce résultat, que sur trois cents jours de travail ce même chariot aurait sorti mille hectolitres de houille de plus; que l'on multiplie cette économie seulement par mille chariots, on verra qu'un million d'hectolitres, sortis sans augmentation de frais, vaut bien la peine d'enlever quelque chose à la solidité des chariots, des brouettes, des beines, dût-on les renouveler un peu plus souvent.

§. 4.

Transport intérieur par les chevaux et les mulets.

Si la solidité de la roche et la pente des travaux souterrains permettaient d'introduire des animaux dans toutes les mines, on s'en trouverait fort bien, et il me semble qu'on ne doit jamais balancer à le faire toutes les fois que la chose est possible; au moins, je n'ai jamais été à même d'apprécier les inconvéniens qui peuvent cependant être attachés à ce moyen de transport souterrain; je sais qu'on l'emploie avec succès et depuis des siècles dans les grandes salines de la Gallicie; que de longues files de mulets entrent et sortent d'eux-mêmes dans les mines du Mexique; que dans les grandes carrières de Maestricht les voitures circulent comme sur les chemins;

qu'en Angleterre, et particulièrement dans quelques mines de Newcastle [1] et dans les salines de Northwich, on se sert de chevaux pour traîner dans des galeries garnies d'ornières de fonte, des chariots portant chacun deux paniers de houille pesant 600 kil., que le voyage se fait toujours au trot et que l'on habitue ces animaux à tenir la tête toujours baissée, en les plaçant d'avance dans des écuries qui n'ont que la hauteur des galeries, 2 mètres environ; que l'on a introduit des chevaux dans les mines du comté de la Mark, du Hartz et de la Silésie, et que l'on s'en trouve fort bien.

Les chevaux et les mulets sont, je crois, les seuls animaux qu'il convient d'introduire dans les travaux souterrains, et seulement comme bêtes de trait plutôt que comme bêtes de somme; je me rappelle cependant avoir vu un malheureux bœuf auquel on avait abattu les cornes, et que l'on faisait marcher dans une roue pour élever des tines du fond d'un puits; mais on se dégoûta bientôt de la lenteur de ce nouvel ouvrier, que l'on mit à la porte.

§. 5.

Transport souterrain par eau.

En parlant de l'exploitation des tourbières, nous avons vu que l'on profitait souvent de

[1] Il y a quelques années, on comptait déjà deux cents chevaux vigoureux dans l'intérieur de ces mines. (Gallois.)

la tranchée même que l'on avait creusée et qui s'était remplie d'eau, pour la changer en un canal de transport. Maintenant il s'agit d'une navigation souterraine, dont les Anglais nous ont donné le premier exemple, et qui jusqu'ici n'a point été imité en France. Ce moyen de transport, qui est le meilleur de tous, n'est pas praticable partout : une foule de localités s'y refusent; mais il me semble que toutes les fois qu'une galerie de rabais est très-longue, et qu'elle sert tout à la fois à l'écoulement des eaux et à la sortie des minerais, on ne doit point hésiter à la convertir en un canal souterrain, sur lequel on transportera tous les déblais et tout le minerai beaucoup plus économiquement que par tout autre moyen; puisqu'un cheval traîne sur un canal seize fois plus de charge que sur une route : il suffit pour cela que la galerie n'ait pas trop de pente, et qu'on la tienne un peu plus haute qu'on ne le fait ordinairement: supposons qu'on lui donne 2 mètres sous bois et que l'on établisse à l'extrémité antérieure une digue de 0,66 de haut, il restera encore 1,34 pour le passage du bateau, et ne restât-il qu'un mètre, cette distance entre le niveau de l'eau et le plafond de la galerie serait bien encore assez grande pour le service du bateau plat, long et étroit, qui irait et reviendrait d'un bout à l'autre de la galerie. Suivant les circonstances locales, il faudrait quelquefois prolonger ce canal souterrain

de quelques mètres en dehors, afin que le bateau pût jeter son chargement sur une place convenable, et pour la conduite il y aurait mille moyens de la rendre aussi facile qu'on pourrait le désirer soit avec une cordelle fixe, soit en s'aidant du boisage et d'une gaffe, etc. Le canal souterrain de la houillère de Fuchsgrube en Silésie a 4 pieds 6 pouces (1^m,50) de large, 8 pieds (1^m,66) de haut, et l'eau s'y élève de 3 pieds (1^m) : les bateaux portent ordinairement 50 mesures, et pourraient en porter bien davantage.

Le transport souterrain par eau est économique, non-seulement parce qu'avec la même force on obtient un resultat bien supérieur à tout autre, mais aussi parce qu'on épargne les planches ou les limandes que le roulage exige. L'évaporation étant peu considérable sous terre, une faible source suffit à l'entretien d'un petit canal de cette espèce; mais, je le répète, il est à regretter que beaucoup de mines se refusent à ce mode de transport, que l'on n'a pas encore essayé en France. J'avais disposé une galerie d'écoulement à cet effet, et j'ai toujours regretté de n'avoir pas pu mettre cette méthode à exécution, parce que je la crois très-bonne et qu'elle est réalisée fort en grand dans la mine de Fitz-William en Angleterre, dans celle du duc de Bridgewater et dans les houillères de la Silésie, particulièrement dans la mine de Fuchsgrube, où l'on à converti une galerie de 1000 mètres,

qui traverse douze couches, en canal de navigation sur lequel, comme nous venons de le dire, on transporte la houille exploitée. (D'Aubuisson.)

Tels sont les divers moyens dont on fait usage dans l'intérieur des mines de différens pays, pour porter le minerai ou les combustibles depuis la taille jusqu'au jour, ou jusqu'à la place d'assemblage ou d'accrochage qui se trouve au pied du puits d'extraction. Jeffris avait proposé plusieurs machines dont l'effet devait remplacer les chariots dans le transport intérieur des galeries, au moyen de chaînes sans fin, de poulies et d'un moteur quelconque appliqué à l'orifice des puits; mais je ne crois pas qu'elles aient été exécutées nulle part, si ce n'est peut-être en Angleterre, à Sheffield?

Nous allons maintenant passer en revue les divers moyens et les différentes machines que l'on place à l'orifice des puits pour exécuter la sortie et la mise au jour des matériaux, des minerais et de la houille, qui font l'objet de toutes les exploitations souterraines, en commençant par les machines les moins parfaites, et terminant par celles qui sont les mieux combinées et les plus énergiques.

§. 6.

De la poulie.

Croirait-on qu'il existe encore en France des mines de fer et des glaisières où l'on n'a pour tout moyen d'extraction et d'épuisement qu'une mauvaise poulie attachée à trois morceaux de bois, sur laquelle passe une corde avec deux petits seaux, et que c'est à l'aide de ce triste appareil que l'on monte et descend les ouvriers, le minerai et l'eau, quand il s'en trouve ? Que l'on juge par là de tous les autres travaux de ces sortes d'exploitations! C'est, au reste, encore par ce même moyen que l'on tire l'eau de la plupart des puits domestiques, et cependant, là comme partout ailleurs, on doit chercher à ménager le temps et la force, car ces deux grands élémens de la prospérité publique ne se retrouvent jamais quand on les a perdus.

§. 7.

Du tour simple.

Cette machine se compose ordinairement d'un cylindre de bois horizontal, portant une manivelle à chaque bout, et qui roule sur des coussinets de fer ou de cuivre qui garnissent les encoches de deux pieds droits,

consolidés chacun par deux bras de force (pl. XIV). Plus il y a de différence entre le diamètre du tour (pl. VIII, fig. 9) et le diamètre de la circonférence décrite par le coude (B) des manivelles, et plus on produit d'effet avec une force donnée. C'est pour cette raison que l'on doit chercher à tenir l'arbre le plus petit possible, sans nuire cependant à sa solidité, et donner au contraire la plus grande longueur possible entre les deux coudes (AB) des manivelles; aussi, quand on fait usage de cette machine, doit-on choisir les manœuvres de la plus grande taille pour la faire marcher; encore se plaignent-ils souvent de maux à la poitrine et de tiraillemens d'estomac.

Il est bon d'ajouter au-dessus du tour et de fixer solidement aux pieds droits une forte barre de bois (pl. XIV), qui sert aux ouvriers à s'appuyer d'une main, pendant qu'ils tirent les tines de l'autre. Il est bon aussi de garnir les pieds droits chacun d'une cheville de fer suspendue à une chaînette, qui sert, en la passant dans un trou, à arrêter solidement le tour, soit pour se reposer, soit pour tout autre motif.

Deux forts manœuvres travaillant au tour pendant huit heures, peuvent entretenir trois mineurs au fond d'un puits jusqu'à la profondeur de 100 pieds, s'il n'y a pas trop d'eau, et surtout si l'ouvrage est donné à prix fait: à 50 pieds ils commenceront à se plaindre, s'ils sont à la journée, et ils demanderont suc-

cessivement un troisième et un quatrième, en sorte qu'à partir de cent pieds il y a plus d'économie à tirer les déblais avec une petite machine à molette qu'avec un tour simple, et en effet trois postes de 4 tourneurs à $1^f 25^c$ chaque, portent la dépense à 15^f par 24 heures, tandis que deux chevaux conduits à 3^f ou $3^f 50^c$, font 6 ou 7 francs, et deux tireurs de tine à 2^f font en tout 10 ou 11 francs de dépense, au lieu de 15; et avec deux chevaux attelés séparément et se relevant de six en six heures, on peut aller, comme nous le dirons bientôt, jusqu'à 75 ou 80 mètres.

Le tour simple ne devrait donc s'employer que pour le service des puits peu profonds, peu importans, ou dans l'intérieur des travaux, où la place ne permet pas d'y mettre une meilleure machine, et cependant on s'en sert dans la plupart des belles mines de la Saxe, dans celle d'Anglesey et dans beaucoup d'autres.

§. 8.

Le treuil ou tour à engrenage.

Cette machine, telle qu'on l'exécute depuis bien long-temps dans le pays de Liége, se compose d'un cylindre en bois horizontal de 0,83 de diamètre, qui roule sur des tourillons, et qui porte à l'une de ses extrémités une roue dentée de quatre-vingt-sept dents, qui engraine dans un pignon de vingt-une dents, et les deux manivelles sont attachées à l'axe

de ce pignon. Il est bon de partager ce tour par une crête saillante, qui empêche que les câbles ne montent l'un sur l'autre, et qui leur fait à chacun une place sur laquelle ils s'enroulent et se déroulent séparément; car, lorsque la profondeur est fixe, il convient de mettre deux câbles, plutôt qu'un seul, qui s'enroule d'un bout et se déroule de l'autre. On peut appliquer deux, quatre, six hommes à ces tours, suivant la profondeur, la grandeur des beines et la vîtesse qu'on veut leur imprimer.

On assure qu'à Liége quatre hommes tirent avec ce tour 100 kilogr. de houille en sept minutes de la profondeur de 100 mètres, et qu'en Alsace deux hommes appliqués à la même machine tirent en trois minutes 150 kilogr. de houille d'une profondeur de 40 mètres.

Il arrive quelquefois, qu'au lieu de placer les tours immédiatement au-dessus des puits, on les établit à quelques mètres, ce qui oblige à des poulies de renvoi, et à quelques petits accessoires qu'il est bon d'éviter. J'ai entre les mains le plan d'un de ces tours à engrenage du pays de Liége, auquel on a ajouté des distributeurs dont l'effet est de régulariser l'enroulement du câble. Ils se composent de deux cylindres verticaux, entre lesquels passe le câble. Ces rouleaux tournent sur des pivots fixés dans un cadre qui roule à son tour sur trois galets, entre deux poutres ho-

rizontales, dans lesquelles on a pratiqué des rainures. Le mouvement de translation leur est imprimé par les cordes, au fur et à mesure que leur enroulement a lieu. Je conseille de placer à l'un des bouts de ces treuils une roue à crémaillère avec un chien de sûreté, pour permettre aux ouvriers de se reposer ou pour parer aux inconvéniens de la rupture d'une manivelle, qui se brise assez souvent, et toujours à l'un des coudes, en sorte que l'on doit donner de la force sur ce point. (Pl. VIII, fig. 9, AB.)

Il y a deux manières de fixer dans le tour les manivelles, qui servent en même temps de tourillons. Le premier moyen, qui est le plus simple, consiste à aplatir l'extrémité qui doit pénétrer dans le bois, et de la faire entrer de force dans un trou fait à la tarière : par ce moyen, il arrive rarement que le treuil tourne parfaitement rond. L'autre manière exige que l'on fasse une entaille dans le tour, qui passe exactement par le centre, et dans laquelle on couche l'extrémité de la manivelle, qui est garnie d'un talon (C) qui s'oppose à ce qu'elle puisse jamais sortir, quand l'entaille est garnie de sa clef et maintenue par deux cercles posés à chaud.

§. 9.

Du tour à roue.

Ce tour, qui est armé à l'une de ses extré-

mités d'une grande roue de charpente de 5 à 6 mètres de diamètre, et dont toute la circonférence est traversée par des chevilles de bois, ne s'emploie guère que dans les carrières et dans les marbrières, où l'on a de grands fardeaux à élever d'une faible profondeur.

Cette machine se manœuvre par des hommes qui agissent à la circonférence de la grande roue, et par conséquent à l'extrémité d'un assez grand levier; elle est exclusivement employée dans toutes les carrières souterraines de la plaine de Mont-rouge, près Paris. On la place à l'orifice de tous les puits, sur un massif de grosse maçonnerie à pierre sèche, composé de blocs défectueux, qui permet de charger les grandes pièces sur les grosses charrettes que l'on accule contre ce massif, et cela sans aucun autre appareil que des rouleaux et des leviers de fer. Si l'on n'avait pas le plus grand soin de vérifier souvent les différentes parties de la machine et l'état du câble, on conçoit quel serait l'effet de sa rupture sur les malheureux qui sont accrochés à la circonférence de la grande roue, et qui seraient lancés à une hauteur prodigieuse.

Cette machine, qui emploie la force de l'homme de la manière la plus avantageuse, produit un effet lent; mais comme elle est employée à élever de très-grands fardeaux d'une faible profondeur, ce défaut n'a pas de grands inconvéniens.

§. 10.

Le cabestan simple.

Cette machine, dont l'emploi est si fréquent pour le transport des grands fardeaux, et à laquelle on adjoint souvent les moufles ou palans, s'emploie quelquefois aussi pour élever de grandes pièces de l'intérieur de la terre à la surface, à l'aide d'une poulie de renvoi.

C'est avec de grands cabestans que l'on élève au jour les meules de moulin que l'on taille dans les carrières souterraines de Niedermenich, sur la rive gauche du Rhin.

Le cabestan à manchon.

Il ne diffère du précédent que parce que son arbre vertical est recouvert dans la partie inférieure d'un manchon ou tambour mobile, sur lequel s'enroule le câble, et qui porte une roue à crémaillère armée d'un chien. Cette machine, qui est propre au service d'une galerie inclinée ou descenderie, permet au chariot de retourner seul au fond, sans que l'on soit obligé de détourner, puisqu'il suffit de lever le chien de la crémaillère pour faire marcher le tambour, qui laisse dérouler le câble par le seul effort du chariot qui descend à vide.

Si l'on attelle un cheval à un cabestan de cette espèce, on évite la peine de le détour-

ner, il se repose pendant tout le temps que le chariot redescend au fond de la galerie, et il marche toujours dans le même sens.

Je l'ai fait exécuter une fois, pour le service d'une galerie d'inclinaison dont on prolongeait le foncement. Il présente des avantages sur le tour simple, et n'a d'autre inconvénient que d'exiger un assez vaste emplacement dans l'intérieur des travaux, ce que l'on doit éviter autant que possible.

§. 11.

De la petite machine à molette ou du baritel. (Pl. XVII, fig. 1 et 2.)

Cette petite machine, qui n'est autre chose que le baritel du jardinier, perfectionné et taillé en force, se compose d'un arbre vertical, portant un tambour à sa partie supérieure, et traversé par un balancier, auquel on attelle un ou deux chevaux, et le plus souvent un seul.

L'arbre est maintenu par une grande frette, qui porte d'une part sur le pied droit et de l'autre sur la cage carrée qui renferme les poulies ou molettes, supportées par quatre traverses. A l'extrémité opposée du balancier où l'on attelle le cheval, on place une forte chambrière, que l'on laisse traîner, et qui, en cas de rupture du câble ou du palonnier, éviterait tout accident, si ce n'est cependant

la chute de la tine ou beine[1]. Cette petite machine, d'une grande simplicité, suffit au creusement d'un puits de 100 mètres, n'exige que deux chevaux attelés un à un, et qui se relèvent de six en six heures, pour les deux cents premiers pieds, et trois chevaux attelés un à un, et qui se relèvent de quatre en quatre heures, pour les cent derniers.

La construction en est si facile qu'elle est à la portée du plus simple charpentier de village, et l'on verra par le devis ci-joint que l'on ne peut guère exiger une machine moins coûteuse, et dont l'effet soit plus satisfaisant.

Bois de pin ou autre	120^{f}	
Bois dur pour les courbes du tambour	15	
Façon	170	
Ferrure toute posée.	112	
	417^{f}	

Hangar.

30 toises ou 120 mètres carrés de mur, à 1^{f} 25^{c}	150^{f}	
37 chevrons.	18	50^{c}
Paille ou bruyère	12	
	597^{f}	50^{c}

Deux chevaux attelés et conduits font le

1 Il faut que le balancier soit assez élevé pour que le cheval puisse passer dessous quand il se retourne, autrement on serait obligé de dételer à chaque fois, comme cela se faisait autrefois à Saint-Étienne.

service, et coûtent 7 francs par jour 7f
Deux hommes suffisent pour tirer les tines 4
11f

Pour vingt-six jours de travail dans le mois, la dépense de la sortie des déblais s'élève à 286f ; or, douze mineurs divisés en quatre postes, et travaillant alternativement sur le grès houiller, sur le schiste bitumineux et sur l'argile schisteuse, font environ 10 mètres courans par mois, dans un puits carré qui a 3 mètres sur 2, en sorte que la machine enlève 60 mètres cubes de déblai par mois, et descend tous les bois et tous les outils pour 286f : ce qui porte la sortie du mètre cube à 4f 70c, tandis qu'avec un tour à bras, qui finirait par exiger six hommes par poste ou quatre hommes, terme moyen, la sortie des déblais reviendrait à 7f 60c.

Quant à la manœuvre, elle est si facile à concevoir qu'à peine est-il utile de l'expliquer. Le cheval, en tournant, fait monter une des tonnes ou beines tandis que l'autre descend. Un ouvrier l'attend à la bouche du puits, l'accroche, la tire à lui de la main droite, tandis qu'il se tient solidement à une poignée par la main gauche; le conducteur fait reculer le cheval d'un quart de tour, afin d'avoir assez de câble pour renverser la tine et la vider, puis l'ouvrier la renvoie. Pendant

tout ce temps, le *chargeur à la fosse*, ou l'un des mineurs qui travaillent au fond, charge l'autre beine, qui remonte à son tour, et qui est vidée comme la première. Les chevaux sont forcés de reculer et de changer de main à chaque voyage; mais ils sont si promptement dressés à cette manœuvre, et connaissent si bien les différens bruits que fait la beine, qu'ils s'arrêtent, reculent et se détournent souvent d'eux-mêmes. J'en ai vu plusieurs qui obéissaient parfaitement au coup de sonnette; moyen que l'on emploie pour se faire entendre quand les puits sont profonds.

Je conseille donc d'adopter ces petites machines pour le foncement des puits, de préférence aux tours simples ou à engrenage, puisqu'elle coûte peu de chose à établir, et qu'elle est plus économique. J'en ai fait construire cinq sur différens points de la France, dont on est parfaitement content, et je crois, comme je l'ai déjà dit en parlant du sondage, qu'il serait facile de l'adapter à la manœuvre de la sonde, ce qu'au reste je n'ai pas encore essayé.

§. 12.

De la grande machine à molette.

Cette machine est composée, comme la petite, d'un arbre vertical, qui porte un tambour à sa partie supérieure, et des leviers à sa partie inférieure; mais le tambour, au lieu

d'être cylindrique, se trouve composé de deux cônes opposés base à base, qui reçoivent chacun un câble attaché à la partie la plus mince, et qui s'enroulent en allant vers la base de chaque cône, de manière à ce que le levier est plus long, et a plus de force dans le commencement de l'enroulement que vers la fin : ceci pour contrebalancer et annuler en partie la différence de poids qui résulte de ce qu'au moment où la tine chargée commence à quitter le fond du puits, il faut enlever non-seulement son propre poids, mais encore celui de tout le câble qui la supporte, tandis qu'à mesure que cette même tine approche de l'orifice du puits, son poids est diminué de tout celui du câble enroulé, de celui de la tine vide qui descend, et enfin de celui du câble qui descend avec elle; en sorte que les chevaux agissent au bout d'un levier, qui se raccourcit à mesure que la résistance diminue, ce qui leur fait faire un effort toujours égal pour vaincre une résistance qui change à chaque instant.

Sir William Featherstonhangt, ingénieur anglais, a proposé un mécanisme particulier pour contrebalancer les câbles employés dans les mines. On le trouve décrit et figuré dans le n.° 88 du Journal des mines.

Revenons à la construction de cette machine.

Deux poulies de renvoi, dont l'une est

placée plus haut que l'autre, portent le câble de dessus, les tambours à l'aplomb du puits, et comme on attelle jusqu'à huit chevaux à la fois, et qu'il serait impossible de les arrêter tous instantanément, si cela devenait nécessaire, on place de chaque côté du tambour, et précisément à la hauteur où les deux parties coniques se touchent, deux pièces de bois doublées d'une semelle creuse, qui embrassent exactement une portion de ce tambour, et qui le serrent si fortement au besoin, que la machine s'arrête subitement par l'action de ces deux solives, qui se rapprochent au moyen d'un tirant qu'un ouvrier baisse ou élève à volonté, suivant qu'il est nécessaire d'arrêter ou de ralentir la rotation, qui, dans certains cas, deviendrait si rapide qu'elle renverserait les chevaux et causerait de grands dégâts. Cette pièce auxiliaire se nomme *frein*, et se meut à peu près de la même manière que la machine à enrayer les grosses charrettes.

La grande machine à molette, sans être beaucoup plus compliquée que la petite, demande cependant l'assistance d'un bon charpentier. Tous les bois en sont plus forts, et les assemblages de l'intérieur du tambour demandent à être exécutés avec soin et sont assez nombreux. Le *frein* est une pièce qui exige de la précision, et tout cela réuni, fait qu'on ne peut guère élever cette machine à moins de 2 à 3000^{f}, non compris le ma-

nége, qui doit être proportionné à la force de cette mécanique. Je ne figure point cette machine, parce qu'elle l'a déjà été cent fois dans d'autres livres, et parce qu'aujourd'hui on la remplace presque partout par des machines à vapeur. Les machines à molettes ont presque entièrement disparu de Saint-Étienne, de Rive-de-Gier, du Bourbonnais et de tous les points où il existe de grandes exploitations : il y en avait de très-belles sur les mines de Fins, département de l'Allier, et dans certains endroits, où l'on faisait probablement usage de bœufs au lieu de chevaux : le mouvement était transmis par un engrenage pour l'accélérer.

L'entretien d'un cheval d'usine est estimé à 900^{f} par an, et celui d'une paire de bœufs à 600^{f} seulement. Un cheval perd de sa valeur en vieillissant, et une paire de bœufs remis au gras sont toujours bons à vendre au boucher. (Voyez le Mémoire de M. Gueniveau, sur l'emploi des bœufs aux machines à molettes; Journal des mines, t. 31, p. 437.)

§. 13.

Des machines à vapeur appliquées à l'exploitation des mines.

L'application des machines à vapeur à l'extraction des mines ou à l'épuisement des eaux n'exigeant que les changemens dans les parties extérieures et accessoires de ces mêmes

machines, tout comme il faut en apporter pour les approprier au tissage, à l'impression, à la filature, etc., je ne crois pas qu'il soit convenable d'entrer ici dans les détails de construction et dans la description des différens systèmes qui sont adoptés aujourd'hui par tel ou tel constructeur ou dans tel ou tel atelier.

Une machine à vapeur est une force dont on modifie l'application suivant l'usage auquel on la destine, tout comme on modifie celle du vent, de l'eau, des chevaux, etc., suivant qu'on les applique à l'aile où à la roue d'un moulin, à la voile d'un navire, au balancier d'une machine, etc.

Les machines à vapeur sont déjà décrites dans tant d'ouvrages, et leur histoire est devenue si étendue, que je suis forcé de renvoyer à ces différens ouvrages, et particulièrement à celui de *Tredgold*, traduit de l'anglais par M. Mellet[1], dont une des sections est spécialement consacrée à l'exploitation des mines au moyen des machines à vapeur.

Dans l'extraction des minerais, comme dans la plupart des fabriques où l'on fait usage

---

1 Traité des machines à vapeur et de leur application à la navigation, aux mines et aux manufactures; traduit de l'anglais de Th. Tredgold par M. Mellet; 1 volume in-4.° avec planches.

Je recommande aussi les Leçons familières sur les machines à vapeur, qui font partie de l'Encyclopédie populaire, 1 vol. in-18.

des machines à vapeur, on est forcé de changer le mouvement de va et vient, produit par le piston, en un mouvement de rotation continu; mais le service des mines exige de plus que l'on puisse non-seulement arrêter ce mouvement presque instantanément, mais le faire marcher en sens inverse à volonté. Or, on parvient à ce but par différens moyens qui sont parfaitement connus des constructeurs; à Chaillot, par exemple, dans les ateliers de MM. Périer et Edwards, on change le sens de rotation, soit dans l'excentrique de l'arbre du volant, soit dans les tringles et leviers qui font mouvoir les soupapes. *C'est toujours ce dernier moyen que nous employons pour arrêter subitement nos machines*, m'ont écrit ces Messieurs : il nous arrive encore très-souvent, quand les localités le permettent, de changer le mouvement de rotation au moyen d'un double engrenage d'angle, qui reçoit le mouvement par l'arbre du volant. A Rive-de-Gier, à Alais et ailleurs, un homme est constamment occupé vis-à-vis des encliquetages qui ouvrent et qui ferment les quatre soupapes, dont deux portent la vapeur dessus ou dessous le piston; et dont les deux autres lui donnent passage au condensateur. Quand cet ouvrier veut arrêter la machine pour lui faire changer de sens de rotation, il attend que le piston soit parvenu au milieu de sa course et soit en équilibre; arrivé à ce point, il fait entrer de la vapeur en dessus ou en dessous, suivant

qu'il veut faire remonter ou redescendre la tine, en changeant la rotation du volant, qui porte un engrenage au moyen duquel on fait tourner le tambour vertical sur lequel s'enroule le câble.

L'ouvrier qui gouverne la machine voit de sa place le mouvement des tines, et les fait monter et descendre à volonté, et voici comment s'exécute cette manœuvre : d'abord il laisse monter la tine un peu au-dessus de la bouche du puits, afin qu'un autre ouvrier puisse passer une pièce de bois par dessous; ensuite on la fait redescendre, et elle s'arrête sur cette traverse, où la plus légère impression suffit pour la renverser; ce qui s'exécute ordinairement par une autre pièce de bois, qui fait l'office de levier. Pendant qu'elle se vide, on retire la traverse, on fait remonter la tine à sa place et on la fait redescendre. Tous ces mouvemens, qui s'exécutent et se succèdent assez rapidement, sont au nombre de cinq.

1.° Élévation de la tine depuis le fond du puits jusques et un peu au-dessus de son embouchure ;

2.° Redescente de la tine sur la traverse au niveau de la bouche du puits;

3.° Renversement de la tine et tirage de la traverse;

4.° Relèvement de la tine;

5.° Descente de la tine.

Dans un puits de 200 pieds la tine à eau monte et se vide en une minute.

La première machine à vapeur appliquée à l'extraction de la houille en France fut posée sur l'un des puits de la mine de Litry, département du Calvados, et cette machine de rotation, qui sortit des ateliers de MM. Périer frères, à Chaillot près Paris, fait le service depuis bien des années et fonctionne toujours parfaitement, quoiqu'elle n'ait pas de balancier et qu'elle reçoive son mouvement directement et immédiatement de la tige du piston, qui s'élève et s'abaisse, et qui fait tourner les manivelles de deux roues d'angles qui s'engrènent dans deux pignons dont l'axe commun fait tourner le volant et par suite le tambour, qui fait 35 tours par minute et sur lequel les câbles viennent s'enrouler : l'axe prolongé de l'une de ces deux roues fait marcher une pompe à eau. La suppression du balancier rend cette machine plus portative, plus facile à placer et à démonter; mais on n'en construit plus de cette manière à Chaillot au-dessus de la force de douze chevaux, aussi la compagnie d'Anzin, qui n'emploie maintenant que des machines à moyenne pression de seize chevaux, n'a-t-elle point de machines sans balancier.

Voici quelle fut l'économie qui résulta de l'emploi de cette machine à la mine de Litry. Cet exemple, que je prends à dessein dans une exploitation de moyenne importance, pourra s'appliquer plus exactement aux besoins des établissemens qui ne sont point encore mon-

tés sur une très-grande échelle et auxquels cet ouvrage est plus particulièrement destiné.

La machine de Litry, que nous avons vue fonctionner plusieurs années après qu'elle fut posée, remplace quatre chevaux attelés à la fois, supprime neuf chevaux qui étaient employés au service de cette fosse, et par suite toute la dépense qu'ils entraînaient annuellement. Elle monte le panier plein de houille ou le tonneau d'eau, en moins de temps que la machine à molette qu'elle remplace.

Elle est susceptible de s'arrêter subitement et de tourner de droite à gauche ou de gauche à droite, à la volonté de l'ouvrier qui la conduit et au moyen d'une simple tiraille; elle met en jeu une pompe destinée à élever l'eau qui alimente la chaudière. Or, d'après un relevé exact de la dépense journalière de chaque cheval, y compris l'achat, la nourriture, l'entretien, les palefreniers, etc., la dépense annuelle s'élevait à 918^{f} 50^{c} par tête; pour neuf, à 8,266^{f} 50^{c}. La consommation de la houille pour le fourneau de la machine est d'environ 20 boisseaux par jour ou 10 hectolitres, qui revient à la compagnie à 40 centimes d'extraction pour 300 jours de travail... 1,200^{f}
réparation et entretien de la machine. 200
gage du conducteur..... 600

2,000^{f}

La machine a coûté, prise dans les ateliers des frères Périer à Chaillot, après avoir été

essayée devant plusieurs commissaires,	18,000f
Le transport à Litry environ.....	300
Pour une seconde chaudière de rechange :	
Les frais de pose, la construction du fourneau, celle de la cheminée, etc.	5,200
Prix total de la machine.....	23,500f
Intérêts de cette somme pendant la première année.	1,525
	25,025f

Or on a vu que l'économie provenant de la suppression des chevaux, déduction faite de la valeur du combustible, est de 6,266f 50c par an ; donc la machine a été payée en quatre années, puisque cette économie, cumulée, s'est élevée à 25,066f en quatre ans.

Les nombreux perfectionnemens que l'on ne cesse d'apporter dans la construction des machines à vapeur ont presque tous pour but de diminuer la quantité de combustible pour une force donnée, ainsi que la quantité d'eau nécessaire pour l'entretien de la chaudière; car il est des situations où l'on a de la peine à s'en procurer un assez grand volume.

Cette consommation est estimée par MM. Albert et Martin, constructeurs brévetés, à 24 pieds cubes par force de cheval pour 12 heures.

L'eau qui sort des mines n'est pas toujours propre à cet usage, en raison du dépôt qu'elle

fait à la longue, et qui, en s'accumulant au fond des chaudières, ne tarderait point à les faire percer; dans tous les cas, et lorsqu'on est forcé de faire usage de ces eaux souterraines, il est prudent de les mettre long-temps en contact avec l'air et de les laisser reposer dans des réservoirs avant de les introduire dans les chaudières. Les corps étrangers que l'on jette à dessein dans ces grands vases, comme des pommes de terre, etc., ne s'opposent qu'imparfaitement à l'adhérence du dépôt calcaire, gypseux ou ferrugineux, qui se forme presque toujours à la suite de l'évaporation prolongée de l'eau la plus pure en apparence.

Tout en renvoyant les directeurs et les propriétaires des mines aux bons et nombreux ouvrages qui ont traité des machines à vapeur, je croirais n'avoir pas entièrement rempli ma tâche, si je ne fixais pas leur attention sur différens objets qui tiennent à la partie économique et administrative de l'emploi de ces machines; ainsi je dirai :

1.° Qu'il est prudent d'avoir au moins une chaudière de rechange, parce que c'est la pièce qui est la plus exposée à se détériorer. Plusieurs mines en Angleterre sont desservies par des machines à trois chaudières, dont deux seulement sont toujours en activité.

2.° Que, si l'on veut remplacer le travail de dix chevaux par une machine à vapeur, il faut la prendre d'une force de vingt chevaux;

parce qu'outre qu'on n'est pas encore parfaitement d'accord sur la valeur réelle de cette unité de force, on ne tient presque jamais compte des frottemens, et dans tous les cas il vaut mieux avoir excès de force que d'en manquer; car dans une exploitation, et surtout dans une usine, il est toujours aisé d'employer utilement la force excédante. [1]

3.° Que le prix du combustible, la proximité de l'eau et quelques autres considérations particulières sont les raisons principales qui doivent influer sur le choix du système de la machine dont on fait l'acquisition : on conçoit, par exemple, qu'il est peu important d'avoir une machine qui économise le combustible quand il s'agit du service d'une mine de houille où elle est à vil prix et où l'on peut employer celle qui est à peine marchande, tandis que l'on doit raisonner tout différemment pour la machine qui doit desservir une mine de plomb située dans un lieu de difficile accès et privé de combustible.

4.° Que les machines locomotives sont essentiellement propres au service des mines, parce

---

1 La force d'un cheval, dans les machines à vapeur, peut être représentée d'après Watt, par 33,000 livres pesant d'eau élevées à un pied en une minute ; ce qui répond à l'effet d'un cheval qui marche à raison de $\frac{5}{6}$ de lieue par heure, en élevant un poids de 150 livres au moyen d'une corde mobile sur une poulie. (Recueil industriel, Mars 1828.)

L'unité dynamique adoptée par M. Edwards, est 75 $\frac{99}{100}$ kil. élevés à un mètre de hauteur en une seconde. D'autres la portent à 80 kilogr.

qu'on sait d'avance qu'il faudra les changer de place au bout de quelques années. Si l'on pouvait supprimer les cheminées de briques et les remplacer par des tuyaux de tôle, ainsi que cela se fait à bord des bâtimens à vapeur, le changement de place deviendrait alors extrêmement facile, et cette simplification contribuerait encore à en multiplier l'usage non-seulement pour les mines, mais pour l'exploitation des forêts où l'on pourrait débiter les bois sur place, etc.

5.° Que je donnerais la préférence aux chaudières de cuivre plutôt qu'à celles de fer battu ou de fer fondu, à cause de la valeur réelle du vieux cuivre et du prix presque nul du vieux fer et surtout de la vieille fonte. C'est un capital mort, dira-t-on; cela est vrai, mais au moins en cas d'accident on trouve dans la valeur de la vieille chaudière les trois quarts du prix de la nouvelle, et c'est déjà beaucoup.

6.° Que, quant aux soupapes de sûreté, quelle que soit celle dont on adopte enfin l'emploi, il sera toujours sage d'en mettre une hors de la portée des fous et des méchans; et en attendant, voici l'extrait des instructions publiées par le conseil des mines sur l'emploi des rondelles de métal fusible, qui jusqu'ici paraissent offrir le plus grand degré de sécurité, et sur diverses précautions relatives aux machines à haute pression.

L'ordonnance royale du 29 Octobre 1823

veut qu'aucune chaudière de machine à vapeur de haute pression, ou celles dans lesquelles la force élastique de la vapeur fait équilibre à plus de deux atmosphères, ne puisse être mise en vente, et à plus forte raison employée, qu'autant qu'elle soit munie de deux soupapes et de deux rondelles de métal fusible [1], et qu'après avoir été éprouvée à l'aide d'une presse hydraulique et timbrée après l'épreuve. Cette pression devra toujours avoir été cinq fois plus forte que celle qu'elle est appelée à supporter dans l'exercice habituel de la machine à laquelle elle est destinée.

L'une des rondelles de métal fusible sera d'un diamètre au moins égal à celui d'une des soupapes, et sera faite en métal dont l'alliage soit de nature à fondre ou du moins à se ramollir suffisamment pour s'ouvrir à un degré de chaleur supérieur de dix degrés centigrades au degré de chaleur représenté par la marque que doit porter la chaudière éprouvée.

L'autre rondelle, d'un diamètre double de la première, sera placée près de la soupape de sûreté et enfermée sous la même grille : elle sera faite en métal dont l'alliage soit de nature à se fondre ou à se ramollir suffisamment pour

---

1 Alliage de 3 parties d'étain, 5 de bismuth et 1 de plomb; fond à 100 degrés centigrades : 8 parties d'étain et 1 de bismuth ; fond à 200 degrés, même échelle. (Tredgold.)

s'ouvrir à un degré de chaleur supérieur de vingt degrés centigrades à celui que représente la marque de la chaudière. Ces rondelles seront timbrées d'une marque annonçant en chiffres le degré de chaleur auquel elles sont fusibles.

Une chaudière ne pourra être placée que dans un local d'une dimension au moins égale à 27 fois son cube. Ce local devra être éclairé de deux côtés par de larges croisées fermées de châssis légers et ouvrant en dehors; il ne pourra être contigu aux murs mitoyens des maisons voisines, et devra toujours en être séparé, à la distance de deux mètres, par un mur d'un mètre d'épaisseur : il ne pourra exister ni habitation ni atelier au-dessus de ce local, etc.

TARIF *de* PÉRIER *et* EDWARDS *pour les machines à vapeur perfectionnées sur le système à double pression, si précieux par l'immense économie du combustible, dont les brevets d'importation et de perfectionnement leur appartiennent et ne peuvent être exploités que par eux.*

Puissance des chevaux.	Prix des machines.	CONSOMMATION de combustible par heure.		
		Charbon de terre.	Bois dur.	Tourbe.
2	Fr. 8,500	Kil. 10	Kil. 30	Kil. 60
4	11,500	16	52	104
6	14,000	20	72	124
8	18,000	25	82	144
10	22,000	30	96	168
12	25,000	34	112	196
14	29,000	38	128	224
16	32,000	42	140	245
18	35,000	46	154	270
20	38,000	49	168	294
24	41,000	53	196	340
30	52,000	64	236	413
34	57,000	70	262	458
40	66,000	79	288	518
45	71,000	85	304	532
50	74,000	90	312	546
55	78,200	98	352	616
60	82,900	103	370	647
65	87,660	118	424	742
70	92,300	127	457	799
75	97,100	136	489	855
80	101,800	145	522	913
85	106,550	155	558	976
90	111,275	165	594	1,025
95	116,000	179	634	1,109
100	120,000	186	669	1,170
110	125,000	193	694	1,214
120	130,000	200	720	1,260

OBSERVATIONS.

Les prix du tarif sont cotés pour des machines complètes prises dans les ateliers, y compris les tuyaux d'émission et d'alimentation, en cuivre, plomb et fer fondu, sur une longueur de 15 pieds, le tout emballé avec soin.

Le transport des machines, depuis les ateliers de Chaillot, a lieu aux frais, risques et périls de l'acheteur, ainsi que les travaux de maçonnerie, de charpentier et de terrassier, sur les lieux où les machines doivent être posées.

Les machines sont montées par un ouvrier de l'établissement de Chaillot; les acheteurs n'ont rien à payer pour le travail de cet ouvrier; mais ils tiendront compte de ses frais de voyage pour l'aller et le retour, à raison de deux francs par lieue.

Les machines sont garanties pendant les trois mois qui suivent leur mise en action.

La consommation du charbon, en première qualité, est également garantie dans la proportion ci-contre.

Mode de paiement.

Un tiers à la signature du marché. .	En acceptations de banque, à 3 mois de date, payables dans Paris.
Un tiers à l'expédition.	
Et le solde à la mise en activité de la machine	

NOTA. On dispose les anciennes machines à vapeur au nouveau système, et l'on garantit l'économie de la moitié du combustible.

L'établissement se charge de fournir, si les acheteurs de machines à vapeur le désirent, les arbres de couche et verticaux, et les engrenages de toutes espèces, le tout coulé en fonte douce de première qualité, et tourné suivant les indications de l'acquéreur, à des prix modérés.

On construit également à la fonderie de Chaillot des moteurs et mouvemens hydrauliques, des manéges, des laminoirs, des moulins à blé et à huile, et toutes espèces de mécaniques.

On obtiendra une réduction sur le prix des pièces de fonte, dans le cas où on ne les désirerait pas en première qualite et douces à la lime.

L'on voit, par ce qui précède, que toute la sécurité possible est donnée aux personnes qui veulent traiter avec les propriétaires du bel établissement de Chaillot, et que la mise en place des machines étant confiée à des hommes qui en ont l'habitude et qui sont payés par les vendeurs, on n'a point à craindre de négligence sur ce point important.

TARIF *des machines à vapeur à double effet et de rotation, de* MM. IMBERT *père et fils, à Rive-de-Gier (département de la Loire).*

Puissance des chevaux.	Diamètre des cylindres.	Prix des machines.	*OBSERVATIONS.*
2	Pouc. 8 ½	4,500	Dans le prix des machines prises à Rive-de-Gier ne sont pas compris les frais de transport, les maçonneries quelconques, tuyaux aspirans pour la pompe à eau froide. Les sieurs Imbert, père et fils, se chargent de fournir les plans pour le placement des machines, et garantissent, pendant un an, toutes les pièces de leurs machines qui peuvent casser par vice de matière ou de mauvaise confection. Ils construisent encore dans leurs ateliers des chaudières en tôle et cuivre battu en tout genre, tous moteurs hydrauliques, pompes en cuivre, en fonte et en plomb, à un ou deux corps, pour puits et incendies. *Nota.* On accordera toutes sortes de facilités pour les paiemens. = La puissance des chevaux, 100 kilog. avec 180 pieds de vitesse par minute.
3	10	6,800	
4	12	7,500	
6	14	10,000	
8	16	11,000	
10	17	13,000	
12	19	14,200	
14	20	16,000	
16	21	17,400	
20	24	20,000	
24	27	22,600	
30	30	23,000	
40	34	32,200	
50	38	34,500	
60	42	40,000	
70	46	44,600	
80	49	44,900	

§. 14.

De la machine à contre-poids.

Voici une machine qui ne peut point s'adapter à toutes les mines, mais qui, pouvant

convenir à quelques localités particulières, nous paraît valoir la peine d'être décrite; elle se voit en Angleterre à la mine de houille du lord Fitz-William, nommée *New Kaskgade.* Elle se compose de deux caisses qui sont attachées aux deux extrémités d'un même câble, qui passe sur des poulies de renvoi: l'une d'elles se remplit d'eau à la surface de la terre et descend par son propre poids dans un puits, au fond duquel elle se vide; mais en descendant elle a fait remonter l'autre caisse, qui a été chargée en bas et qui, en se remplissant d'eau à son tour, sert de contrepoids à celle qui l'avait fait monter, et la ramène au jour chargée, soit de charbon, soit de pierre à chaux, soit d'ouvriers ou de curieux voyageurs. Mon ami, M. Conrad, qui m'a parlé de ce moyen pour la première fois, s'est fait élever par cette machine et n'en a connu le mécanisme qu'en arrivant au jour. L'on voit que ce moteur, qui a les plus grands rapports avec le balancier hydraulique de M. Dartigue, ne convient que dans les mines qui ont un écoulement naturel, puisqu'elle introduit une certaine quantité d'eau à chaque voyage, et qu'elle exige, ou deux puits très-voisins, ou un puits partagé du haut en bas par une cloison verticale.

§. 15.

De la machine à colonne d'eau.

Cette machine, ou plutot ce moteur, dont on doit l'invention à M. Hoëll, machiniste des mines de Schemnitz en Hongrie, consiste dans une seule colonne d'eau qui presse sur un piston, en raison directe de la base et de la hauteur de cette colonne; mais cette machine, qui est à la fois la plus simple, la plus économique et le plus puissant de tous les moteurs, sans en excepter, dit M. Baillet, la machine à vapeur elle-même, n'est malheureusement susceptible d'être employée que dans les mines qui sont pourvues d'une galerie d'écoulement, et elle est d'autant plus énergique et d'autant plus avantageuse, que la galerie d'écoulement est percée à une plus grande profondeur, et que l'on peut donner par cela même une plus grande hauteur à la colonne d'eau, qui doit se remplir par sa partie supérieure et se vider par le bas au moyen d'un système de robinets qui, en s'ouvrant et se fermant alternativement, fait monter et descendre un piston dont la tige produit un mouvement de rotation à l'aide de bielles, de manivelles, de volans et de régulateurs, qui obligent le câble à s'enrouler sur un tambour horizontal ou vertical. Cette machine, qui est décrite et figurée dans plusieurs ouvrages, et en particulier dans les Voyages métallurgiques de

Jars, dans le tome II de la Richesse minérale de M. de Villefosse, et dans le tome IX des Annales des mines, est exécutée non-seulement en Hongrie, où elle a été inventée, mais encore aux mines de plomb de *Védrin* et de *Poullaouen* en Bretagne, dans les salines de la Bavière, au *Bleyberg* en Carinthie, etc.

Celle de Védrin, qui a été exécutée par les soins de M. Bouesnel, se compose d'une colonne de tuyaux de fer fondu de 6 pouces (0,16) de diamètre et de 250 pieds de haut.[1]

§. 16.

Des machines à tirailles et à varlets en fer ou en bois, mues par des roues hydrauliques ou autrement.

Lorsque l'on se sert d'une chute d'eau ou du courant d'une rivière pour faire marcher une machine, soit à l'orifice d'un puits, soit dans l'intérieur des travaux souterrains, on est souvent obligé d'y transmettre le mouvement au moyen d'une suite de tringles de fer ou de tirailles en bois qui s'attachent à la manivelle d'une roue hydraulique, d'un diamètre plus ou moins grand, et comme il est assez rare que ces tirailles suivent une ligne droite, on se sert de bras de renvoi qui font un angle droit avec la tringle, ainsi que cela se

---

1 Annales des mines, tom. IV, pag. 59.

pratique en petit poulie tirant des sonnettes d'appartement.

Ces bras ou varlets sont tantôt attachés à des arbres couchés et tantôt à des arbres droits. Les machines à tirailles de bois sont très-employées dans les salines pour faire marcher les pompes qui sont destinées à élever l'eau des sources au sommet des bâtimens de graduation.

Les tirailles de fer sont employées pour faire monter les beines de minerai au moyen de plusieurs cylindres et de tambours mobiles, sur lesquels des chaînes sans fin viennent s'enrouler d'un bout et se dévider de l'autre à l'aide de l'action simultanée de la manivelle, qui agit dans un sens, et d'un contre-poids, qui agit dans l'autre. Il existe une de ces machines à la mine de plomb de Vienne, département de l'Isère, et une autre à peu près semblable aux mines de Servoz, en Savoie, dont la tringle a 700 pieds de long et est mise en mouvement par la manivelle de la roue du boccard. Je renvoie les exploitans à la 9.e leçon de dynamie de M. Ch. Dupin, pour la meilleure méthode de construction des roues hydrauliques à palettes et à aubes. Mais nous devons dire ici que les courans et les chutes d'eau ménagées avec art, sont des moteurs excellens, qu'il faut employer toutes les fois que l'on peut en disposer. Heureusement les mines métalliques, qui sont presque toujours situées dans des pays de montagne, sont par cela même

assez souvent voisines de ces courans d'eau rapides que l'on retient par des digues ou des barrages, et dont on obtient des chutes successives et séparées, que l'on applique, soit aux roues des machines d'épuisement ou d'extraction, soit à celles des boccards et des laveries, soit à celle des forges, des souffleries, etc. C'est en Saxe, à Freyberg et aux environs, dans l'Erzgebirge, que l'on doit aller étudier l'art d'utiliser les eaux pour le service des mines et des usines qui en dependent; car l'habileté des mécaniciens allemands et la longue expérience qu'ils ont acquise dans l'exploitation des mines, ont apporté un tel degré de perfection dans leurs machines, dans leurs pompes et dans toutes les mécaniques qu'ils exécutent, que l'on chercherait vainement ailleurs cette simplicité dans les moyens jointe à la plus heureuse application des theories les plus relevées.

§. 17.

Des chaînes et des câbles ronds et plats.

Le poids excessif des chaînes de fer dont on se servait autrefois, et les accidens qui résultent assez souvent de la rupture des anneaux pailleux, les a fait abandonner et remplacer par les câbles de chanvre. On ne se sert guère plus des chaînes que pour transmettre le mouvement à des pièces de rotation armées de dents qui acerochent dans les anneaux, ou pour le service des puits peu profonds.

Il y a plusieurs manières de filer les câbles de mine : tantôt on les compose de plusieurs grelins égaux qui se cordonnent les uns sur les autres, et tantôt on met au milieu un maître grelin que l'on nomme *âme*, et plusieurs plus petits alentour : mais dans tous les cas il faut exiger du cordier la première qualité de chanvre, et vérifier, s'il est possible, le fil qui doit le composer, afin d'être assuré de sa bonne qualité. Les chanvres d'Ancône et de Riga sont les plus estimés. A Toulon et à Bordeaux l'on est dans l'usage de goudronner le fil; mais à Marseille on préfère ne passer au goudron qu'après que le câble a été mouillé et séché. Le prix varie de $0^f,70$ à $0^f,80$ la livre.

Lorsque l'on commande un câble pour le foncement d'un puits dont on a déterminé la profondeur d'avance, il faut toujours le demander d'un cinquième plus long qu'il ne le faut, tant pour atteindre à la plus grande profondeur où l'on doit aller, que pour fournir aux trois tours qui doivent rester sur le tambour ou le treuil, au trajet du tambour aux molettes, aux attaches des deux crochets des beines, etc. Le cinquième que je demande en sus de toutes ces longueurs, est destiné à suffire aux coupures fréquentes que l'on est obligé de faire aux points d'attache, et pour compenser l'effet de l'humidité, qui tend toujours à raccourcir les cordes.

L'usage des câbles plats est presque devenu

général dans les mines anglaises, particulièrement à Dudley, Sheffield, Newcastle et dans le Cornouailles. On les trouve plus commodes, en ce qu'ils s'enroulent mieux sur les bobines en fonte qui sont mises en mouvement par les machines à vapeur de rotation; mais on continue à employer les câbles ronds pour le service des machines à vapeur stationnaires, qui font marcher les chariots sur les chemins de fer, ou sur les plans inclinés. Ces câbles, qui ont souvent plusieurs lieues de long et qui s'enroulent sur des dévidoirs gigantesques, sont filés d'une seule pièce, sans nœuds ni *épissures*, dans des ateliers particuliers, qui ne présentent point un développement proportionné à cette grande longueur de câble. (Communiqué par M. Conrad.)

Quant aux câbles plats qui sont également employés dans nos belles mines de houille d'Anzin et dont on doit l'invention à M. John Curr, directeur des mines de Sheffield, dont le brevet date déjà de 1798, ils se composent (pl. XVIII, fig. 2) de quatre cordes placées les unes à côté des autres et cousues au moyen d'une forte ficelle, qui les traverse obliquement, comme un lacet, à l'aide d'une forte alène, que l'on pousse avec un levier : comme deux de ces cordes sont tordues dans un sens et deux dans un autre, il en résulte que l'ensemble présente l'apparence d'une tresse. On assure que ces cordes plates, plus souples et moins cassantes que les rondes, durent quatre

à cinq fois plus qu'elles, à poids égal, et que, faites avec du chanvre de Riga peigné et de première qualité, elles ne reviennent qu'à $1^{f}42^{c}$ le kil. L'inventeur a publié une instruction sur la meilleure disposition à prendre pour l'emploi de ce cordage : il recommande entre autres que la gorge des poulies de renvoi soit plate ou légèrement bombée, etc.

§. 18.

Des tines, bennes ou beines, réseaux, caisses ou paniers, dont on fait usage pour élever les minerais et les combustibles au jour.

Les *tines* ou *beines* sont des espèces de tonnes ouvertes, qui sont cerclées en fer, dont le fond est renforcé d'une traverse de bois et de deux ou quatre montans de fer plat. Les unes sont attachées au crochet du câble au moyen de trois chaînes (pl. XVIII, fig. 2) qui se réunissent en un seul anneau, les autres sont suspendues de la même manière, avec cette différence, que le point d'attache est un peu au-dessus du milieu de leur hauteur, de sorte qu'elles sont très-aisées à renverser; d'autres, enfin, s'accrochent au moyen d'une anse de fer qui porte un petit anneau à son milieu, dans lequel le crochet se loge sans pouvoir glisser ni à droite ni à gauche (planche XVIII, figure 1). Il y a des beines

de plusieurs grandeurs; celles qui servent à élever les déblais et les minerais métalliques sont plus petites que celles qui sont destinées à la sortie de la houille, et celles dont on fait usage pour l'épuisement sont encore plus grandes.

En général, les beines qui sont destinées au service des puits inclinés, sont ovales ou en forme de berceau, c'est-à-dire plates d'un côté et rondes de l'autre : la partie plate est celle qui doit glisser sur les coulans; on leur donne de l'évasement à leur ouverture, et quand on assèche les puits inclinés à l'aide de beines, ce qui est toujours un mauvais moyen, on resserre au contraire l'ouverture et on donne plus de largeur vers le fond. Cette forme s'oppose un peu à la sortie de l'eau, mais néanmoins il en retombe toujours une bonne partie avant d'arriver à l'orifice du puits.

Enfin il y a des beines qui sont suspendues un peu au-dessus de leur centre de gravité, et qui se renversent seules par le moyen d'une barre qui les accroche et les fait culbuter; mais ce procédé est plus applicable à l'eau qu'aux déblais.

Les *caisses* carrées, dont on fait usage dans un grand nombre de mines de houille, sont également attachées aux câbles par des chaînes qui se réunissent dans un seul anneau; mais comme elles sont plus larges que hautes, on ne peut les renverser que difficilement : aussi

on les décroche et on les raccroche à chaque voyage. On fait quelquefois glisser les caisses entre les boisages des compartimens du puits qui leur sont déstinés, et afin de diminuer le frottement, on les garnit de rouleaux qui leur servent de guides et les forcent à garder la même position.

Les *paniers,* dont on fait un très-grand usage en Angleterre, ont l'avantage d'être infiniment plus légers que les beines et les caisses, et nous avons vu, en parlant des chariots, combien il importe de diminuer le poids des ustensiles qui sont destinés à transporter ou à élever la houille. M. Dufrenoy, à qui je dois plusieurs renseignemens sur les exploitations anglaises, fait remarquer que les paniers qui servent à transporter le charbon depuis la taille jusqu'au pied du puits, sont assez souvent les mêmes qui servent à l'élever; ce qui évite de le transvaser et qui diminue le poussier ou le menu, que les charbons friables produisent en abondance quand on les remue trop souvent. C'est pour éviter cet inconvénient grave, que dans certaines exploitations les chariots sont descendus jusque sur le pont des navires, et que l'on a renoncé à l'usage des couloirs pour l'embarquement. Les *réseaux* ou filets de corde ne s'emploient, je crois, que dans les mines de Pologne, pour enlever au jour les blocs de sel gemme que l'on en extrait. (Schultes, professeur à Cracovie.)

§. 19.

Les crochets.

Lorsque l'on attache les beines au moyen d'un nœud fait au bout du câble, il faut avoir le plus grand soin de couper ce nœud dès que l'anse de la tine commence à user le câble, et ce moyen, qui est très-mauvais, emporte deux pieds de câble à chaque fois qu'on le coupe. Il vaut donc beaucoup mieux se servir de crochets, et parmi tous ceux dont j'ai vu faire usage, j'ai donné la préférence à celui dont on voit la figure pl. XVIII, fig. 3. Il présente toute la sécurité possible, et évite le frottement du câble contre le fer, au moyen de la rondelle creuse sur laquelle il passe et qui en embrasse au moins la moitié. La clavette à ressort s'oppose à ce que la tine puisse se décrocher dans le cas où par un accident quelconque l'anse viendrait à se renverser.

Les porte-mousquetons réussissent mal pour cet usage; la boue et l'eau ne tardent pas à en paralyser le ressort. J'en ai fait l'épreuve.

§. 20.

Des ponts roulans.

Les ouvriers qui sont chargés de recevoir les beines à l'orifice des puits, de les renverser ou de les décrocher, sont exposés, malgré toute l'attention qu'ils peuvent apporter dans

ce travail, à laisser échapper quelque pierre ou même la tine toute entière, et ces accidens ont souvent les suites les plus fâcheuses pour les chargeurs à la fosse, ou pour les mineurs, si le foncement du puits n'est point achevé; si une tine ou plusieurs pierres viennent à tomber et qu'il y ait trois mineurs au fond du puits, il est presque impossible que l'un d'eux ne soit pas blessé, bien qu'ils se jettent ordinairement sous les cadres ou sous le puits d'échelles dès qu'ils entendent quelque bruit à la bouche du grand puits.

Pour obvier à ces inconvéniens et pour diminuer le nombre des accidens, on a adopté en Angleterre l'usage des ponts roulans, dont je dois la description à M. l'ingénieur Dufrenoy, qui en a parlé le premier, je crois, dans l'excellent Voyage métallurgique en Angleterre, qu'il a publié conjointement avec M. Élie de Beaumont, son collègue et son compagnon de voyage.

« Les ponts roulans dont nous avons parlé, « m'écrit M. Dufrenoy, sont des planchers « qui portent six roulettes en fonte et qui « glissent sur des limandes placées sur les « côtés latéraux du puits; des madriers épais « se croisent en dessus de manière à les ren- « dre très-solides, et une fente laisse traverser « le câble sans fin qui porte les paniers : on « pousse ces ponts quands les paniers sont « arrivés un peu au-dessus de l'orificè du « puits, de manière qu'ils redescendent dessus

« et qu'on les décroche sans que l'on soit « obligé de tirer la corde à soi et sans qu'il « y ait le moindre danger pour les ouvriers « qui sont au fond du puits, qui se trouve « ainsi parfaitement couvert. Dans quelques « mines, ces ponts roulans, que l'on devrait « adopter en France, sont mis en mouvement « par une espèce de chariot, analogue à « celui des presses d'imprimeur. »

A Anzin, on attire les tines avec un crochet emmanché au bout d'un bâton, et on les vide en les appuyant sur le rebord des puits.

Tels sont les différens moyens et les diverses machines que l'on met en œuvre pour charier les minerais dans l'intérieur des mines, et pour les sortir du sein de la terre. J'aurais pu décrire un plus grand nombre de machines, multiplier les figures à l'infini; mais j'ai cru qu'il suffisait d'indiquer celles qui sont le plus ordinairement employées, et de rappeler les moteurs les plus puissans, que l'on peut appliquer suivant les circonstances locales et d'une manière plus ou moins heureuse; d'ailleurs on voudra bien se rappeler que ce n'est point un traité d'exploitation que j'ai prétendu faire, mais des élémens pratiques que j'ai voulu publier, dans le seul but de donner une idée de l'art des mines aux personnes qui ne s'en sont jamais occupées, et qui se trouvent appelées tout à coup à diriger des travaux souterrains.

Je renvoie donc ceux qui voudront avoir des notions plus détaillées sur les machines à vapeur, par exemple, sur la construction des chemins de fer, des roues, des canaux, des digues, des pompes, etc., aux ouvrages qui sont spécialement consacrés à ces divers sujets et aux excellens mémoires qui font partie du Journal et des Annales des mines.

CHAPITRE IV.

De la conservation des hommes et des travaux.

Boisage, muraillement, asséchement, aérage, extinction des incendies souterrains, secours aux noyés et asphyxiés.

---

§. 1.er Galeries taillées en voûte.
§. 2. Différens boisages adoptés dans les galeries horizontales.
§. 3. Choix et préparation des bois de mine.
§. 4. Pose des cadres et des picots dans les galeries.
§. 5. Boisage des galeries inclinées.
§. 6. Boisage des différentes espèces de puits.
§. 7. Le plionnage.
§. 8. Kastes, stempel, échafaudage.
§. 9. Muraillement des galeries.
§. 10. Muraillement des puits.
§. 11. Le remblai.
§. 12. Armatures en fonte ou tubage.
§. 13. Galeries d'écoulement.
§. 14. Les pompes.
§. 15. Cuvelage, picotage.
§. 16. Gaz acide carbonique ou mofette.
§. 17. Gaz azote ou mofette.
§. 18. Gaz hydrogène ou grisou.
§. 19. Cheminées, conduits et cloisons d'aérage, ventilateurs et fourneaux d'appel.
§. 20. Lampe de sûreté de Davy, perfectionnée.
§. 21. Appareils respiratoires.
§. 22. Emploi du chlorure de chaux pour l'assainissement des mines.
§. 23. Incendies souterrains, température des mines.
§. 24. Secours aux noyés, aux asphyxiés et aux brûlés.

Les quatre élémens des anciens philosophes, la terre, l'eau, le feu et l'air, sont la cause de tous les accidens qui arrivent dans les mines et de tous les dangers auxquels nous sommes journellement exposés dans les travaux souterrains.

La terre, en poussant au vide, tend à combler nos travaux et à écraser les soutiens que nous lui opposons.

L'eau, en s'amassant dans les cavités souterraines ou dans les vieux ouvrages, noie les travaux et les hommes, si l'on vient à lui ouvrir une issue imprévue.

Le feu ravage les mines de houille que l'on néglige, ou que l'on n'exploite pas avec assez de soin et de régularité.

Et *l'air*, enfin, en se mêlant avec des gaz, qui se dégagent du sein même de la terre, finit par ne plus pouvoir entretenir la vie, ou par s'enflammer avec des détonations si violentes, que l'on peut en comparer les terribles effets à l'explosion de la poudre.

Dans ce chapitre, qui est consacré à la conservation des hommes et des travaux, nous allons décrire tous les moyens que l'on met en œuvre pour s'opposer aux effets de la poussée des terres, de la stagnation du mauvais air, de l'accumulation des eaux, et à la propagation des incendies souterrains.

SOUTÈNEMENT DES TERRES ET DES ROCHES.

Les exploitations à ciel ouvert, les tranchées et les sablonnières, n'exigent, pour se soutenir, qu'un certain degré de talus qui s'oppose aux éboulemens d'autant plus fréquens que le terrain est plus meuble et se rapproche davantage de ce que l'on a nommé fort ingénieusement *fluides imparfaits.*[1]

L'expérience a prouvé qu'un talus de 45° empêche l'éboulement des sables et de la terre végétale, et qu'une pente infiniment plus rapide suffit au soutènement des terrains rocailleux et à plus forte raison à celui des couches pierreuses, que l'on peut couper tout-à-fait d'aplomb. La gelée, il est vrai, ou plutôt le dégel, produit souvent des éboulemens sur les terres et les sables coupés en talus; mais en général ils ne sont que superficiels, tandis que l'eau, en délayant le sable ou les terres, augmente leur fluidité et produit de grands dégâts dans les travaux faits par tranchées, et il est assez difficile de s'y opposer; car ces boues liquides passent entre les boisages et détruisent tout l'effet qu'on en attendait.

Lorsqu'on est forcé de donner une grande profondeur et une faible largeur à ces coupures, on est obligé de renoncer à ménager

---

1 Allent, Mémoire sur les surfaces d'équilibre des fluides imparfaits, tels que sables, terres, etc.; Annales des mines, tom. I.er, pag. 267.

un talus, car il pourrait doubler ou tripler l'ouvrage, et l'on est dans la nécessité de recourir à une espèce de boisage volant, composé de palplanches, que l'on dresse à droite et à gauche de la tranchée, et que l'on serre contre terre au moyen de petites pièces de bois placées en arcs-boutans, que l'on fait glisser de force entre les parois, et qui balancent facilement les effets de la poussée des terres. En général, ce genre de boisage, que l'on pose de loin en loin et sans régularité, est fort peu soigné, par la raison que les travaux en tranchées ne sont ordinairement que temporaires ou provisoires. J'ai vu sur l'une des mines de lignite d'Auriol, près Marseille, une tranchée aussi remarquable par sa profondeur et par sa longueur, qu'elle l'est par sa parfaite inutilité. Il s'agissait de faire écouler les eaux d'une mine, et au lieu de faire une galerie d'écoulement, comme cela se fait partout ailleurs, on fit cette tranchée, qui a quelquefois 10 à 15 mètres de profondeur; on bâtit un petit canal voûté au fond, et l'on remblaya par dessus, c'est-à-dire que l'on fit quinze ou vingt fois plus de travail qu'il n'en fallait.

§. 1.er

Des galeries taillées en voûte.

Il y a des roches qui se soutiennent d'elles-mêmes et dans lesquelles on peut creuser des galeries qui n'ont pas besoin d'être boisées,

mais en revanche on est obligé de les tailler en voûte et même en ogive ou voûte de cloître, en sorte qu'il ne reste point au plafond d'espace plan et non soutenu : on donne 3 pieds 6 pouces (1^m,16) de largeur au sol, et l'on commence à diminuer de manière à ce qu'il reste encore 3 pieds à la hauteur des mains des rouleurs, et c'est vers ce niveau que commence la naissance de la voûte, dont le point le plus élevé ou la clef doit être à 5 pieds (1^m,66) au-dessus du sol, ainsi que je l'ai déjà indiqué en parlant des travaux de recherche. La planche VI, fig. 1, présente ce genre de galerie non boisée, qui est doublement économique, puisqu'il épargne le bois et qu'il exige beaucoup moins d'entaille dans la roche, ainsi que l'on peut en juger par l'inspection de cette figure.

On parvient à donner une courbe assez régulière à ces galeries, quand la roche se taille bien au pic; mais quand on est obligé d'employer la poudre, on conçoit que l'on n'est plus maître de lui conserver sa figure aussi exactement. Certaines argiles endurcies, tous les grès, tous les granits, la plupart des calcaires, et généralement toutes les roches qui ne sont point trop éboulueses, se soutiennent très-bien sous la forme de l'ogive; il y en a même qui permettent que l'on pratique de grandes excavations dans l'intérieur, sans qu'il en résulte aucun accident; mais elles sont plus rares, et ce n'est qu'à la longue et

après avoir tâté leur consistance par des travaux légèrement boisés, que l'on peut se hasarder à les supprimer entièrement, et encore ne doit-on pas négliger de réserver des piliers de soutènement de place en place. Certains calcaires, quelques gypses, et la houille elle-même, sont parfois assez solides pour pouvoir être exploités par chambrées.

§. 2.

Des différens boisages adoptés dans les galeries horizontales.

Quand la roche ne peut se soutenir d'elle-même, quelle que soit la forme que l'on donne aux galeries et aux puits, on est obligé d'établir des boisages plus ou moins compliqués pour en arrêter la poussée; mais comme la valeur des bois et des planches devient un des principaux articles de dépense d'une exploitation, on vise aux moyens d'en diminuer la quantité autant que possible, sans nuire à la solidité des travaux; en sorte que l'on varie la forme et le nombre des pièces de bois en raison de la nature des roches que l'on doit soutenir; ainsi, par exemple,

Si l'on exploite un filon peu épais ou une couche très inclinée qui soit éboulueuse et dont le toit et le mur soient solides, il suffira de chasser des picots ou palplanches sur un simple chapeau contenu dans deux mortaises ou entailles, et de faire serrer avec les coins

(pl. VI, fig. 2). On aura soin, et je le dis ici une fois pour toutes, que s'il reste un vide entre les picots du plafond et la roche ébouleuse, de remplir ce vide avec des fascines, afin d'éviter le choc et de rompre le coup des fragmens ou des blocs de roche qui pourraient se détacher par la suite et qui, sans cette précaution, briseraient infailliblement les picots et dérangeraient les cadres. Les mineurs ont assez l'habitude de combler ces vides avec des pièces de boisage pourries, qui sont légères et qui remplissent le même but que les fascines; mais je désapprouve ce moyen, parce qu'il hâte l'altération des bois neufs avec lesquels ces pièces pourries se trouvent en contact, et que les bois en décomposition contribuent à vicier l'air des travaux souterrains: on doit donc les sortir et ne point les employer de nouveau.

Si la couche ou le filon que l'on exploite est plus large que le plafond de la galerie, ou que le toit seulement soit ébouleux, on se contentera du demi-boisage de la figure 3, qui est composé d'un seul pied droit et d'un chapeau qui d'un côté s'appuie sur la roche entaillée, et de l'autre sur la *poite* ou pied droit.

Si le toit d'une couche est plus ébouleux que son mur, et que ce dernier ait cependant besoin d'être soutenu de loin en loin, on place des cadres complets (fig. 4); mais on ne met des picots que d'un seul côté.

Si la galerie est comprise en entier dans une roche ébouleuse, il faut nécessairement adopter le boisage complet, qui est représenté pl. XIX, fig. 1, et qui se compose d'un chapeau de deux poites et d'une semelle, le tout garni de picots serrés par des coins au plafond, au toit et au mur.

Si la galerie doit servir tout à la fois de galerie d'extraction et de galerie d'écoulement, ce qui arrive souvent et ce que l'on doit faire toutes les fois que la chose est possible, il faut etablir le boisage de la figure 2, qui ne diffère de la précédente qu'en ce que les poites sont plus longues, que la galerie a plus de hauteur, et que l'on établit le plancher de roulage au-dessus du canal qui sert à l'écoulement des eaux.

Lorsque le *terrain pousse*, en terme de mineur, on s'en apercoit à la manière dont le chapeau est serré sur la poite, si la pression a lieu par le haut, et à la manière dont les picots se courbent en dehors et *font le ventre*, si la pression a lieu par les côtés. Dans le premier cas il arrive presque toujours que le chapeau se brise à l'un de ses bouts (fig. 3), et dans le second c'est l'un des pieds droits qui se casse vers le milieu (fig. 4). Quand on a employé de bon bois, qu'il n'est point encore pourri et qu'il se brise par suite de la poussée du terrain, il faut où boiser plus serré, ou augmenter l'équarrissage des bois. Dans un terrain qui ne pousse pas, mais qui cependant

ne peut se soutenir de lui-même, on place les cadres à 4 pieds 6 pouces (1^m,50), l'un de l'autre. Dans un terrain qui pousse légèrement, on place un cadre à chaque extrémité d'une toise et un dans le milieu, ce qui fait qu'y compris l'épaisseur des bois, il reste environ 2 pieds (0,66) de libre; mais dans un terrain ébouleux et qui pousse fortement, il faut quatre cadres par toise, un à chaque extrémité et deux dans la longueur, en sorte qu'en déduisant l'épaisseur des bois, que je suppose de 7 pouces, il ne reste pas un pied de vide, et malgré cette grande quantité de bois, il arrive encore qu'elle ne peut suffire; qu'il faut intercaler des cadres entre les premiers, et qu'ils finissent par se toucher comme dans certaines parties de la mine de Chessy, département du Rhône.

§. 3.

Du choix et de la préparation des bois de mine.

Les bois durs, et particulièrement les différentes espèces de chêne, sont ceux qui résistent le mieux à la pression, à l'action destructive de l'humidité et à celle du mauvais air. On peut donc les employer d'un plus faible échantillon que les bois résineux; aussi arrive-t-il qu'au lieu de les débiter en pièces carrées, on se contente de poites mi-plates de quatre pouces sur cinq, par exemple : néan-

moins, comme la plupart des mines métalliques se trouvent dans les pays de montagne où cette essence de bois est rare et chère, on doit se contenter des bois résineux, qui durent beaucoup moins, mais qui présentent cependant quelques avantages qui ne sont point à dédaigner. Tous les bois se décomposent beaucoup plus vite quand ils sont exposés à l'action d'un air humide et chaud, que lorsqu'ils sont entièrement submergés; on remarque même que le bois de *verne* ou *d'aune*, qui du reste est un assez mauvais bois de mine, est préférable à tout autre pour les travaux qui sont destinés à rester constamment sous l'eau, comme les puisards, le pied des pompes, les chenaux, etc.; et il en est de même du bois de mélèze, dont la fibre n'est pas beaucoup plus solide que celle du pin et du sapin, et qui est excellent à employer sous l'eau; d'où il resulte qu'il est quelquefois plus avantageux de faire gonfler l'eau pour submerger des travaux que l'on doit suspendre pendant quelques mois, que de les laisser en proie au mauvais air, aux *champignons* et aux *byssus* qui végètent sur les bois, et qui contribuent beaucoup à leur destruction. Le hêtre dure long-temps sous l'eau, mais au sec il devient cassant.

Quand on se sert de bois dur, il est rare que l'on puisse boiser en rondins, parce que les propriétaires qui exploitent leurs forêts *en bons pères de famille*, ne coupent jamais

des arbres avant l'âge où ils ont acquis tout leur degré de croissance : on est donc obligé d'acheter de gros arbres et de les débiter à la scie pour les ramener aux dimensions convenables. Si l'on fait exécuter ce travail sans y apporter une attention sévère et continue, les charpentiers commenceront par équarrir les pièces à la hache avant de les monter sur le chevalet, et tout ce bois réduit en coupeaux et dont on paie la façon, est totalement perdu. Je n'ai jamais souffert un pareil travail, et j'ai toujours exigé que l'on équarrît mes bois à la scie, ne laissant couper à la hache que les nœuds et l'écorce qui ne permettraient pas qu'on pût attacher solidement le billon sur le chevalet. La figure 3, pl. XVII, fait voir qu'une pièce de bois de 16 pouces de diamètre (0,50) doit produire quatre poites de 6 pouces de côté, huit planches d'un pouce et quatre picots, par le travail ordinaire ; et supposant que l'on n'eût pas équarri à vives arêtes, on aurait toujours perdu quatre planches, quatre picots, et les quatre planches restantes, au lieu d'être dressées sur les deux faces, seraient charpentées d'un côté.

Il arrive assez souvent que le vendeur veut se réserver les branches et les fagots de ses arbres ; il ne faut point y consentir c'est un mauvais calcul : la petite diminution qu'il propose ne compense point l'avantage que nous trouvons dans ces débris, qui fournissent des manches de pics, de pelles, de masses, des

coins de tous les calibres et des facines pour garnir : si l'on n'a point provision de tous ces menus bois, le maître mineur est obligé de sacrifier de grosses pièces, et c'est un gaspillage qu'il faut éviter. Comme l'équarrissage à la scie ne fournit jamais assez de picots, on est obligé d'en faire préparer tout exprès, et c'est ordinairement le bout des arbres que l'on sacrifie à cet usage, à moins qu'on ne traverse un mauvais terrain et que l'on ne soit forcé d'employer des plateaux épais pour garnir le derrière des cadres. Dans le nord de l'Italie on ne se sert pas de picots sciés pour garnir les parois des galeries; on les remplace par des pointes, des croûtes, des éclats et toute espèce de bois hors d'usage.

Les galeries n'ayant ordinairement que 2 mètres de haut, y compris la place du pied des poites, et 3 pieds de large au plafond, on doit débiter les arbres en billons de 6 et 9 pieds (2^m et 3^m), afin de pouvoir en tirer à volonté des poites ou des chapeaux, car les premières ont 6 pieds et les autres en ont 3.

Tout ce que je viens de dire pour l'aménagement des bois, s'applique tout aussi bien pour les cadres des puits que pour ceux des galeries, aux mesures près, dont nous tiendrons compte en parlant du boisage des puits.

Il y a des pays où l'on est dans l'usage de fendre les bois au lieu de les débiter à la scie, et l'on dit à l'appui de cette méthode, que la

fibre se conserve dans toute sa force et oppose plus de résistance à la pression que lorsque la scie en a rompu le fil. Je conviens de la justesse de cette objection ; mais on peut y répondre en disant que le déchirement et les inégalités qui résultent de la rencontre des nœuds, arrête l'humidité, lui facilite les moyens de pénétrer jusqu'au centre, et qu'elle abrège infiniment la durée des bois. Je l'ai essayé et j'y ai renoncé : ce moyen n'est véritablement bon à mettre en pratique que pour les bois droits et qui se fendent facilement : ainsi, par exemple, quand on boise avec des rondins de pin ou de sapin, s'il s'en trouve un beaucoup trop gros, rien n'empêche de le fendre en deux, et de mettre la partie plate contre la roche. Je me suis très-souvent servi de ce moyen pour le boisage des mines d'anthracite, que j'ai fait exploiter dans la vallée de Chamouny pour le service de la fonderie de Servoz, dont j'ai été directeur.

Dans le nord de l'Italie on emploie aussi les rondins refendus tant pour le boisage des galeries que pour celui des puits. On est dans l'usage d'écorcer les bois que l'on emploie en rondins, afin que cette partie spongieuse ne contribue pas à fixer l'humidité sur les cadres; cependant Pierre Kirchner, qui avait une longue expérience et que j'ai eu comme maître mineur, m'a assuré que l'écorce de chêne se change au bout de quelques mois en une espèce de corps gras et visqueux, analogue au

savon noir, et qui conserve le bois beaucoup mieux que s'il eût été écorcé.

Buffon avait remarqué qu'en écorçant les bois sur pied un an avant de les abattre, l'aubier acquérait une plus grande dureté: j'ai fait cette épreuve sur plusieurs sapins, et je n'ai pas pu y remarquer la différence que ce grand naturaliste y avait observée; j'ai donc abandonné cette épreuve, qui renchérissait beaucoup le prix du bois, et qui n'était pas sans danger pour ceux qui l'exécutaient.

A Poullaouen, où presque tout le boisage est en chêne, on ne l'emploie jamais rond, parce que l'on est dans l'opinion que l'aubier, en se pourrissant très-aisément, entraînerait bientôt la destruction du reste. L'on voit que les opinions sont partagées à ce sujet.

L'époque de la coupe des bois de mine, comme pour tout autre usage, est celle où la séve n'est point en mouvement; car, si l'on coupait des bois de chêne en pleine séve, ils seraient détruits en trois ans, au lieu de durer quinze, vingt ans et plus. J'ai déjà remarqué que les bois salés se conservent beaucoup plus long-temps que les autres; mais je ne crois pas qu'on ait employé ce moyen ailleurs que dans les salines, où ils reçoivent cette préparation tout naturellement.

Quant à l'influence des phases de la lune sur la durée des bois, c'est une question de physiologie que j'abandonne aux botanistes, en faisant remarquer toutefois qu'il n'y a

aucun accord sur ce point dans différens pays. Là on veut que le chêne se coupe en lune vieille, ici en pleine lune, et ailleurs en jeune lune.

Lorsque les bois sont équarris, coupés de longueur et rendus au chantier, les boiseurs et leurs aides n'ont plus qu'à en préparer les entailles et à les mettre en place.

Le cadre complet d'une galerie se compose, comme nous l'avons déjà dit, de deux pieds droits nommés *potes*, *poités* ou *pontals*, d'un chapeau, qui repose dessus, et d'une semelle plate, qui empêche que les pieds droits puissent s'enfoncer dans un terrain meuble ou trop tendre. La charpente des mineurs n'admet ni tenons, ni chevilles, ni mortaises : tous les assemblages se font par entaille et se consolident à frottement dur ou par pression au moyen des *coins*, des *serrages* ou des *clefs*. Les figures 1, 2, 3, 4, 5 et 6, pl. XX, représentent les différens genres d'assemblages entre les poites et les chapeaux.

Le premier est excessivement mauvais, et son emploi annonce que celui qui l'a adopté ne sait pas son métier : on voit en effet que les deux tiers de la force du bois sont perdus et que la plus légère pression doit occasioner la rupture du chapeau, si la poussée se fait de haut en bas, et celle des poites, si elle a lieu latéralement; cela arrive d'autant plus souvent, que les mauvais boiseurs font de fausses coupes et qu'ils laissent toujours un

certain espace entre la poite et le chapeau, qu'ils remplissent avec de petites cales et qu'ils barbouillent avec de la boue. Il est bon de connaître toutes ces petites ruses, afin de pouvoir chasser un mauvais ouvrier, qui d'ailleurs est presque toujours et le plus entêté et le moins soumis de tous ceux qui composent le chantier.

Les assemblages 2, 3 et 6 sont également solides; mais je préfère le n.° 6, parce que c'est celui qui exige le moins de temps pour sa préparation, et en effet, on voit que c'est lui auquel on fait la plus petite entaille; un trait de scie d'un pouce et un coup de hache suffisent pour former chaque entaille, qui doit être un peu oblique, afin que les poites qui sont inclinées touchent parfaitement au chapeau, et qu'il ne reste pas de jour entre les deux pièces.

Le n.° 3 a le défaut de ne point soutenir tout le chapeau et de laisser la possibilité d'une rupture aux angles *a b*.

Quant aux semelles, on les entaille d'un pouce sous les pieds droits, qui portent dessus de toute leur épaisseur, surtout si l'on a eu la précaution de les couper un peu obliquement et pas tout-à-fait à l'équerre.

Le boisage du n.° 4, qui n'exige point d'entaille, n'est que d'une simplicité apparente, car il demande plus de soin et plus de précision que tous les autres. Je ne l'ai jamais fait exécuter, mais j'ai quelque idée que l'ex-

trémité des biseaux doit céder la première à la pression du plafond et des côtés : on en fait cependant usage dans quelques mines du nord de l'Italie. Quant au n.° 5, qui s'exécute à Idria et dans le boisage des emplacemens, je ne le crois pas propre à soutenir les poussées latérales.

§. 4.

De la pose des cadres et des picots dans les galeries.

Lorsque l'on place un cadre de galerie, on commence par faire au sol deux places carrées de 1 à 2 pouces de profondeur, qui doivent recevoir le pied des poites : quand ils sont posés et que l'on s'est assuré qu'ils sont bien d'aplomb, ou qu'ils ne penchent ni du côté de la porte ni du côté du fond de la galerie, on règle la pente qu'ils doivent avoir au moyen d'un bout de planche que l'on entre par le bas qui est le plus large, et que l'on fait monter entre les jambages jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment écartés du haut et que le chapeau puisse entrer dans les entailles. Dès que le chapeau est entré et qu'on s'est assuré que ce cadre s'aligne parfaitement avec les autres, on commence à glisser les picots sur les côtés et sur le chapeau, et on les serre avec des coins que l'on chasse entre le cadre et ces mêmes picots, qui doivent toutours toucher à la roche, et dont la longueur

est ordinairement de six à sept pieds, plus ou moins.

La planche XXI donne l'idée de l'ensemble de tout le boisage des galeries horizontales. Le nombre des picots ou palplanches varie avec la nature et la consistance des roches. Si elle ne se détache que par grands éclats, on en place quatre ou cinq sur les côtés et trois ou quatre au plafond; mais si le terrain est éboulleux, il faut les faire toucher, afin qu'ils forment un revêtement complet.

Dans les terrains où il est impossible d'avancer deux ou trois pieds sans boiser, on se fait précéder par des picots pointus et forts, que l'on passe derrière le dernier cadre et que l'on chasse à coups de masse; dès qu'il y a trois ou quatre pieds de vide, on pose un cadre volant, qui doit être un peu plus haut et un peu plus large que les cadres que l'on doit poser à demeure. De cette manière on passe dans les vieux travaux à travers les anciens remblais, et l'on n'a d'autre précaution à prendre, si ce n'est de boiser plus fort et plus serré que dans le reste de l'ouvrage.

§. 5.

Boisage des galeries inclinées, des descenderies ou bures.

Le boisage des galeries d'inclinaison s'exécute à peu près comme celui des galeries ordinaires, quand leur *pendage* n'est pas trop

rapide; mais quand il approche de quarante à quarante-cinq degrés, cette opération devient plus difficile et plus compliquée; car, outre les cadres, qui sont composés de quatre pièces au lieu de trois, le *chapeau*, les *deux poites* et la *sole*, on place en avant deux autres pièces, que l'on nomme *pontals* ou *tampages*, qui sont fixées entre le toit et le mur, dans deux mortaises entaillées, et sur lesquelles les cadres, qui sont égaux de hauteur et de largeur, viennent s'appliquer.

Ces cadres, ainsi retenus et couchés sur les deux pontals, sont consolidés avec les coins et les picots; mais il faut avoir soin qu'ils soient placés à angle droit avec le sol, afin qu'ils opposent le maximum de résistance à la poussée de la roche : l'usage des brouettes et des chiens à main devenant tout-à-fait impossible, on est obligé de faire glisser les tines ovales ou les caisses à roue sur des limandes, qui, ainsi que je l'ai déjà dit en parlant des moyens de transport, peuvent servir en même temps de montans d'échelle. La planche XXII peut donner une idée du boisage de ces galeries d'inclinaison, qui par un plus grand degré de pente deviennent insensiblement des bures ou puits inclinés.[1]

---

1 MM. Duhamel père, Miché et Mathieu, donnèrent dans le temps un excellent mémoire sur le boisage et le muraillement des mines. Voyez Journal des mines, n.° 24, avec figures.

Boisage des emplacemens.

Toute espèce de machine de rotation peut être employée à desservir des travaux inclinés; mais quand leur ouverture est souterraine et éloignée du jour, ordinairement on n'y applique guère que le treuil ordinaire, ou le treuil à engrenage, afin de ne point être obligé de faire un emplacement trop vaste, trop coûteux et trop difficile à boiser.

L'emplacement d'un treuil ordinaire est déjà assez grand pour qu'il exige beaucoup de gros bois, et encore il arrive souvent que l'on est obligé de le renforcer par des pièces supplémentaires.

Une descenderie de 100 pieds de long, par exemple, de 4 pieds de haut sur 4 de large en œuvre, demande un tour de 6 pieds de long (2^m), des manivelles de 3 pieds, et 18 pouces de passage en dehors de ces manivelles: total, 15 pieds pour la largeur de l'emplacement sur au moins 6 pieds de long, non compris la portion de la galerie de roulage qui passe vis-à-vis et où circulent les chiens, les brouettes et les rouleurs. Ainsi, pour placer un simple tourniquet dans l'intérieur d'une mine, il faut un emplacement de 15 pieds sur 10 environ.

En pareille circonstance il est bon de prolonger les *chandelles* qui portent les tourillons du treuil depuis le sol jusqu'au plafond, afin qu'elles contribuent à le soutenir de con-

cert avec deux ou trois fortes poutres, que l'on place dans le sens de la longueur et que l'on soutient avec de grandes poites qui se serrent à mesure qu'on les redresse, et que l'on maintient ensuite dans cette situation avec de fortes pattes de fer, que l'on enfonce dans les poutres et qu'on laisse déborder au devant des poites de 2 ou 3 pouces. Il arrive souvent aussi que l'on a soin de creuser légèrement le bout supérieur des poites, afin qu'il embrasse une portion de la circonférence des poutres, qui sont ordinairement rondes et non équarries. Le plafond et les côtés des emplacemens sont garnis de gros picots, dont le nombre varie avec la solidité même de la roche.

§. 6.

Du boisage des différentes espèces de puits.

Les roches dans lesquelles on peut *chasser des galeries* non boisées, peuvent aussi se soutenir seules dans les puits, et surtout dans les puits ronds et ovales; aussi, quand le terrain est bien réglé et que l'on sait d'avance que l'on aura de grandes couches solides à traverser, on doit s'arranger de manière à ne boiser ou murailler que les parties éboulueuses, et pour cela il suffit que les bois ou le muraillement ne débordent pas les parties non boisées et qu'ils reposent immédiatement dessus (pl. XXIII, fig. 1), afin que les tines ne puis-

sent jamais s'accrocher aux *coulans*, quand elles commencent à passer devant les parties boisées. On opère ainsi particulièrement pour les puits d'aérage.

Le boisage complet d'un grand puits d'exploitation dont la base carrée a par exemple 6 pieds sur 9 (2^m sur 3^m) derrière les bois, se compose d'une suite de cadres assemblés à mi-bois et posés les uns au-dessus des autres à des distances qui varient suivant la solidité de la roche. Dans certains cas, et surtout quand il s'agit d'arrêter une source, ces cadres se touchent, ainsi que nous le verrons en parlant du cuvelage; mais pour l'ordinaire on les éloigne de 4 pieds à 4 pieds 6 pouces (1^m,33 à 1^m,50).

On emploie deux moyens à la fois pour soutenir les cadres; savoir les *pontals* ou *tampages* et les *porteurs*.

Les *pontals* sont deux pièces de bois qui passent sous les petits côtés des cadres et qui sont fixées à chaque bout dans des mortaises entaillées dans la roche (pl. XXIII, fig. 2); et afin de leur donner toute la solidité possible, après les avoir entrés d'un bout, on les fait descendre de l'autre sur une pièce de bois plat taillée en coin et que l'on nomme *serrage* (fig. 2 *a*). On ne doit pas donner plus d'un pouce de biais à cette pièce; car si, pour augmenter la pression, on voulait outrepasser ce degré, le *pontal* ne *tirerait* pas et bondirait sous le coup.

On aura soin de donner aussi un peu de biseau au bout du pontal qui glisse sur le serrage, c'est-à-dire qu'il faudra lui donner environ un pouce de plus à la face supérieure qu'à la face inférieure : cette petite précaution produira un bon effet, parce qu'il ne restera point de vide entre le bout du pontal et le serrage, quand il sera descendu à sa place : on conçoit en effet que, si le pontal était coupé carrément, il resterait la place d'un petit coin à sa partie supérieure. Les mineurs piémontais ne connaissent pas ce moyen, et les tyroliens, au contraire, ne manquent jamais d'en faire usage.

Quand la roche est argileuse et peu solide, on place au fond de chaque mortaise un bout de planche, dont l'un seulement fait l'office de serrage.

Quand les deux pontals ou tampages sont bien serrés et que l'on s'est assuré par le niveau qu'ils sont parfaitement horizontaux, on place le cadre dessus : ce cadre, ainsi qu'on le voit (pl. XXIV, fig. 1), se compose de deux grandes pièces et de trois petites, ajustées par dessus à mi-bois, en sorte que le vide des puits se trouve divisé en deux parties inégales; la grande, pour le passage des tines qui sont placées suivant la diagonale et de manière à ne pouvoir s'accrocher quand elles viennent à passer l'une devant l'autre, et la petite case, pour le passage des ouvriers, les échelles pour la place des pom-

pes, etc. On remarquera que l'un des pontals est placé sous la pièce qui fait la séparation, et non pas à l'extrémité, et cela afin que les grands bois aient moins de portée. Le *court bois* ou *étrésillon* qui porte sur le pontal et qui fait la séparation de la petite et de la grande case du puits, reçoit non-seulement les échelles, mais aussi une cloison de planches bouffetées, qui se serre au moyen d'une clef que l'on fait entrer de force de bas en haut : cette clef est une planche comme les autres, mais plus large d'un bout que de l'autre. Il faut apporter beaucoup de soin à l'établissement de cette cloison, parce que c'est elle qui procure un tirage capable de renouveler l'air du fond, et elle le fait quelquefois avec tant d'énergie qu'il est difficile de porter une lampe allumée dans le puits d'échelle, ainsi que nous le verrons bientôt en parlant des divers moyens d'aérage.

J'ajoute qu'il faut se servir de planches vertes, parce que les sèches, en se gonflant par l'humidité, finissent par se bomber, et que l'on est obligé de les lever et de les retoucher.

Avant de serrer les cadres avec la garniture de picots et de coins, on doit en plomber les quatre angles, afin de s'assurer que le puits est parfaitement vertical. Cette opération se fait au moyen de quatre ficelles plombées que l'on attache au premier cadre. Je conseille d'employer encore un autre moyen de vérification, c'est de laisser tomber un aplomb

de la bouche et du centre du puits, et de vérifier avec une règle si les quatre angles du cadre que l'on pose sont également éloignés de ce point central. Vient ensuite la pose des quatre porteurs, qui ne sont autre chose que quatre rondins ou pieds droits que l'on fait entrer de force et tout debout sous les quatre angles de chaque cadre. Ces pièces, de peu d'importance en apparence, achèvent de consolider l'ensemble du boisage d'un puits, et l'on ne doit pas négliger de les placer; car elles soulagent beaucoup les tampages : ils varient de hauteur avec l'écartement des cadres; souvent ils ont 4 pieds de haut et 3 pouces de diamètre. On les maintient dans leur situation avec des pattes de fer.

Dans les pays où l'on fait usage de bois ronds, on peut exécuter toutes les pièces que nous avons décrites avec ces bois non équarris, mais l'ouvrage n'est jamais aussi régulier. Cependant l'usage en est presque général en Saxe.

En parlant des outils, j'ai déjà dit que je préférais l'usage des échelles à tout autre moyen de circulation. C'est dans la petite case qu'on les attache, et comme elles ne doivent point avoir de pente, on les fixe solidement avec de grands clous sur le court bois qui porte la cloison du côté des tines; de 30 en 30 pieds (10^m), on établit un petit échafaud où l'on peut se reposer et laisser passer les ouvriers qui montent ou descendent en sens opposé.

A chacun de ces petits planchers les échelles changent de main.

Comme les coups de mines briseraient les échelles et la cloison, si on les descendait jusqu'à la profondeur où l'on travaille, on est dans l'usage de laisser la cloison de deux cadres en arrière, et d'attacher, au moyen d'un crochet de fer plat fait en S, une échelle volante que les mineurs enlèvent en passant pour se mettre à l'abri de l'explosion.

En même temps que l'on pose la cloison, on cloue sur les cadres ces bois longs et étroits que l'on nomme *coulans*, qui empêchent que les tines, en balançant, ne puissent accrocher le boisage. On en met cinq sur chacun des deux grands côtés, et quatre sur le petit; car celui qui est garni de la cloison n'en reçoit point : total quatorze coulans pour deux cadres; car ils ont 10 pieds de long, 3 pouces de large et 18 lignes d'épaisseur.

Dans certains pays l'on est dans l'usage de diviser les puits en trois parties égales : une pour chaque tine et l'autre pour les échelles; mais cette dernière est beaucoup trop grande. Dans d'autres mines on les partage en deux parties seulement, pour le passage des tines, et les ouvriers montent et descendent par un puits séparé ou se servent des tines. Dans tous les cas ces espèces de cloisons ont l'avantage de soulager les grands côtés des cadres et de s'opposer puissamment à la poussée.

Le *boisage octogone* s'exécute rarement; il

est plus difficile que le boisage carré, mais dans tous les cas ce ne doit être que dans les puits ronds qu'on doit en faire usage; car dans un puits carré une partie du bois ne toucherait point à la roche, et il faudrait remplir les vides avec un grand nombre de picots, de branches et de coins. M. Castian, directeur des mines de Mons, l'a fait exécuter avec beaucoup de succès. Je l'ai vu employer dans des puits carrés, mais sur des mines où les ouvriers n'entendaient rien au boisage.

A la mine de houille d'Essen, en Westphalie, où l'on a été obligé de traverser 50 mètres de sable mouvant, l'on a fait usage d'un boisage carré fait au jour, parfaitement garni de picots et calfaté, que l'on descendait à mesure que l'on s'enfonçait, au moyen de quatre chaînes auxquelles il était suspendu. Pour passer cette terre absorbante et meuble, que l'on nomme *kurzawska* en Silésie, M. d'Aubuisson rapporte que l'on commence par bâtir à la surface du terrain un cylindre creux, que l'on contient à l'extérieur au moyen d'une espèce de cage de fer et que l'on descend dans le puits à mesure qu'il avance. Le cylindre s'enfonce, et on l'alonge à la partie supérieure par de nouvelles assises de maçonnerie. Cet expédient ingénieux, qui fut apporté en Silésie par un Français, rappelle la tour de M. Brunel. Ce moyen est excellent, mais on parvient au même but en enfonçant des picots serrés avant de creuser,

ainsi que nous l'avons déjà dit en parlant des galeries que l'on chasse à travers de vieux remblais, des terrains pourris, etc.

Quand le boisage d'un puits est pourri et qu'il faut le renouveler d'un bout à l'autre, on commence par enlever le premier cadre du haut et l'on change les deux tampages, ensuite le cadre; on passe au second et successivement à tous les autres, et l'on voit que les tampages sont d'un grand service en pareille circonstance, puisque chaque cadre est indépendant et se soutient de lui-même.

§. 7.

Du plionnage.

Le plionnage est une manière de soutenir les parois des puits ronds d'un petit diamètre, qui consiste à plier des branches vertes de chêne dans l'intérieur de ces petits puits, et à les disposer de manière à ce que le petit bout de l'une corresponde au gros bout de celle qui la suit : de cette manière toutes les branches, qui sont vertes, flexibles et que l'on plie de force, font ressort en tendant à se redresser, et cette disposition suffit pour arrêter la poussée des terres. Ce genre de boisage, qui n'est guère employé que dans les puits par lesquels l'on extrait les minerais de fer d'alluvion et dans quelques marnières de la Normandie, est parfaitement assorti à la courte durée de ces travaux et au peu de

vide qu'on leur donne. Le plionnage a été cependant exécuté à la mine de plomb de Vedrin, où l'on faisait anciennement usage de puits jumeaux de 30 pouces (0,82) de diamètre, que l'on poussait quelquefois jusqu'à 50 toises (100^{m}).

Voilà tout ce que l'on peut dire de général sur le boisage des galeries et des puits; mais il est une foule de petits accessoires qui dépendent des circonstances locales et qu'il ne faut point décrire, parce que c'est le lieu, l'emplacement, la nature des matériaux et les usages du pays qui les prescrivent, et que tout homme intelligent est en état d'exécuter. Je renvoie tout ce qui a trait au *picotage* et au *cuvelage* des puits, au paragraphe que nous allons consacrer à la retenue, à l'écoulement et à l'évacuation des eaux.

§. 8.

Des kastes, stempel et des échafaudages.

Nous avons vu, en parlant de l'exploitation des filons par gradins descendans, que ce mode d'attaque exigeait que les déblais fussent accumulés en arrière des mineurs sur des planchers ou échafauds que l'on nomme *kastes*. Les pièces de charpente qui doivent soutenir tous ces déblais, sont des espèces de *tampages* ou *stempel* qui se placent en travers du filon, et qui sont assujettis dans deux mortaises, dont l'une au toit et l'autre au mur, au

moyen d'un serrage pareil à celui que nous avons décrit en parlant des pontals qui soutiennent les cadres des puits; mais on recommande de ne pas les placer tout-à-fait à angle droit avec le mur : cette différence doit être égale à l'épaisseur du bois. L'expérience a prouvé qu'un tampage placé de cette manière et garni de son serrage, offrait la plus grande résistance possible à la pression des déblais. Si l'on exploite un filon qui présente des rétrécissemens et des renflemens successifs, il est évident que l'on doit choisir la place d'un étranglement pour y établir la kaste, puisqu'une partie des déblais sera soutenue par la roche elle-même.

Plus un filon s'approche de la ligne verticale et plus les kastes doivent être fortes et multipliées; car on concevra facilement, en jetant un coup d'œil sur la planche XXV, que le tampage de la figure 1 porte toute la charge, et que celui de la figure 2 n'en porte que la moitié. En effet, comme les corps pèsent toujours perpendiculairement à l'horizon, il n'y a réellement que le triangle A qui pose sur le tampage C, et le triangle B repose en entier sur le mur du filon, que je suppose incliné à 45 degrés. L'on voit, en effet, que des huit colonnes de déblai, celles 1, 2, 3, 4 pressent sur le tampage, et celles 5, 6, 7, 8 sur la roche.

Pour donner une idée du poids que les *kastes* horizontales ont à supporter, nous sup-

poserons que le filon ait 6 pieds (2^m), et que l'éloignement de l'un à l'autre soit également de 6 pieds. Nous supposerons que ce même échafaud ait 30 pieds (10^m) de long et qu'il soit soutenu par vingt tampages, on trouvera qu'en multipliant $6 \times 6 \times 30 = 1080$ pieds cubes, soit 40 mètres cubes. Portant le poids du déblai à 100 livres ou 50 kil., à cause des vides, nous trouverons que le poids de ce tas de déblai de 6 pieds de haut, de 6 pieds de large et de 30 pieds de long, est égal à 108000 livres ou 54000 kilog., et que chacun des vingt tampages doit supporter 5400 livres ou 2700 kilogr. Or, M. Hassenfratz, dans ses tables de la résistance des bois de chêne, qui font partie de son excellent Traité de l'art du charpentier, porte celle d'une pièce de 2 mètres de long et de 0,18 carrés, à 14580 kil.[1] Ainsi, d'après ce calcul, on voit que l'on pourrait diminuer le nombre des *stempel* ou ne pas leur donner un aussi grand diamètre, sans oublier toutefois que le bois diminue de force, en raison de l'altération qui commence à l'attaquer presque à l'instant même où l'on vient de le mettre en place.

Comme les bois se détériorent insensiblement dans l'intérieur des mines, et que la pression est toujours à peu près la même malgré le tassage, on a toujours soin d'employer des bois plus forts qu'il ne le faut dans le moment

---

1 Hassenfratz, Traité de l'art du charpentier, I.re partie.

où on les pose; et de plus, on les soutient encore par deux chevrons qui se buttent au milieu du tampage, comme on le voit figure 1, et qui permettent aux ouvriers de circuler, ainsi que nous l'avons dit en parlant de l'exploitation des mines en masses et du travail en travers.

Le boisage est bien certainement le moyen le plus simple et le plus expéditif pour s'opposer à la poussée des terres; mais dans bien des cas ce n'est pas le plus économique. Aussi en Angleterre, où le bois est fort cher, ne boise-t-on qu'à la dernière extrémité : le remblai, le muraillement en pierre ou en briques, sont les moyens ordinaires de soutènement. Cependant dans les mines de Dudley on remarque quelques cadres en bois de Norwége, dont les chapeaux ne sont pas entaillés, et qui reposent sur deux rondins qui font l'office de poites ou de poteaux. Ce boisage, exécuté en sapin écorcé non équarri, revient à 2^f 50^c le rondin de 7 pouces de diamètre et de 9 pieds de long, en sorte que le cadre non posé revient à 3^f 75^c. Nous sommes mieux partagés que cela en France, même pour les bois durs; un cadre de chêne ne revient qu'à 3^f 25^c dans la Dordogne, à 4^f 50^c en Bretagne, et en pin à 1^f 25^c dans le Var, où ces bois sont cependant très-recherchés pour la fabrication des planches à caisse, réclamées par le commerce du savon de Marseille.

Lorsque les bois durs sont chers, que les matériaux sont communs et qu'il s'agit de consolider un puits d'extraction ou une galerie d'écoulement qui doivent durer longtemps, il ne faut point balancer à employer le muraillement, qui coûte plus cher à établir, mais qui, devant durer éternellement, devient plus économique en définitive que tous les boisages que nous avons décrits ci-dessus.

Si la charpente des mines a ses principes particuliers, la maçonnerie souterraine a les siens aussi; car je ne parle point ici des piliers et des murs de soutènement que l'on est parfois forcé d'exécuter pour consolider les grandes excavations des carrières souterraines, et qui se bâtissent à peu près comme les murs de nos édifices.

§. 9.

Muraillement des galeries.

Le muraillement d'une galerie est partiel ou complet, suivant que la roche est ébouleuse au mur et au toit, ou que le toit seulement menace de s'écrouler; dans ce cas il ne faut qu'un simple arceau. La planche XXVI, fig. 1, représente une voûte dont l'une des retombées repose sur la roche, et la figure 2, au contraire, offre un muraillement

complet. On cite même des galeries en Hongrie dont l'entrée se compose d'un ovale muraillé tout autour, et dont l'extrémité inférieure du grand axe sert à contenir les eaux qui s'écoulent de l'intérieur des travaux. Le moellon simplement dégrossi suffit toujours au muraillement des mines; mais s'il doit supporter une poussée latérale, on devra donner quelques pouces de *fruit* ou de talus, depuis le pied jusqu'à la naissance de la voûte (fig. 2), qui doit toujours être à *plein cintre*, composée des pierres les plus longues que l'on pourra se procurer dans les déblais, et fermée par une *clef* légèrement piquée.

Cette clef, au lieu de s'enfoncer de haut en bas, ainsi que cela se pratique quand on ferme une voûte ordinaire, doit se pousser de devant à l'arrière, puisque l'on n'a pas assez d'espace entre la roche et l'*extrados* de la voûte.

Si le terrain est très-humide, que l'eau suinte entre les moellons, il faudra employer le mortier fait avec la chaux hydraulique qui durcit sous l'eau, ou plus simplement et surtout plus économiquement bâtir avec de la mousse, en mettre un petit matelas entre chaque pierre et ne point la ménager.

Je ferai remarquer que toutes les mousses ne sont pas bonnes, et que l'on doit choisir celles qui sont très-branchues et d'un vert jaunâtre, et rejeter au contraire les mousses vertes, courtes et qui ont la forme d'un petit

plumet[1]. Je parle ici par expérience et d'après le témoignage d'un bon mineur qui avait travaillé dans les mines du Nord.

Les pierres plates sont préférables à toutes les autres, parce qu'elles se posent mieux et plus vite; c'est ainsi que les mines d'Andreasberg, de Clausthal, etc., au Hartz, sont muraillées à pierre sèche, et que ce moyen économique est une des causes de leur prospérité.

Les schistes, les roches feuilletées sont bien plus propres à cet emploi que les grès, les granits, etc. Cependant à la mine de fer de Bendorff on exécute le muraillement des grandes cheminées par lesquelles on jette le minerai, avec des quarz irréguliers, et ces espèces de puits, qui ont 2^{m} de diamètre à la base et un seulement à leur embouchure, s'élèvent quelquefois à 70 et 80 toises (140 à 160 mètres).

Lorsqu'on doit murailler toute une galerie, il faut monter les murs de soutènement jusqu'à la naissance de la voûte pendant une certaine longueur, et ne commencer à voûter que lorsque les ouvriers qui sont chargés de cette première partie du muraillement, ont pris quelques mètres d'avance. Sans cette précaution les ouvriers se gêneraient, les matériaux encombreraient la galerie, et l'ou-

---

1 Les *hypnum* et les *sphagnum* ne pourrissent pas; les *bryum* pourrissent.

vrage marcherait mal; tandis que par le moyen que j'indique on établit un échafaud qui porte sur les deux murs : on y monte les matériaux destinés à la confection de la voûte, et la galerie n'est pas entièrement interdite à la circulation.

On devra faire exécuter deux ou trois petits cintres en planches à la Philibert Delorme, les bien consolider avec des boulons, de manière à ce que l'on puisse les retirer et les déplacer sans les démonter. Cette armature, qui ne devra pas avoir plus de 2 pieds (0,66), de long, s'ajustera sur 4 pieds droits assemblés, se consolidera avec des coins ou des calles: sur ce cintre le maçon bâtira sa voûte; mais comme il ne pourra pas toujours monter dessus, toutes les pierres qui serviront de clef se glisseront d'avant en arrière. C'est encore pour cette raison qu'il ne faut armer que 2 pieds à la fois, et qu'il faut pouvoir déranger le cintre avec facilité. Si l'on bâtit à chaux et sable, et que l'on ne veuille pas désarmer avant que le mortier ait fait sa prise, on placera de nouveaux cintres à la suite du premier; mais si c'est à pierre sèche ou avec de la mousse, rien n'empêche de désarmer dès que la clef est posée.

Il ne faut pas s'attacher à lier toutes ces portions de voûtes les unes avec les autres; les Romains nous ont appris que cela n'influe point sur leur durée, et que la réparation en est infiniment plus facile en cas de dégradation.

Si l'on fait usage de briques pour le muraillement des mines, ainsi qu'on le pratique en Angleterre et ailleurs, non-seulement pour les galeries, mais aussi pour les puits, on devra faire exécuter des briques en voussoirs pour les voûtes et pour les cintres des puits; mais dans ce cas on ne peut se passer d'employer du mortier, car on ne saurait poser des briques à sec, et le mortier de terre ne résiste pas à l'humidité. Si le plâtre était à vil prix et que l'ouvrage fût parfaitement sec, je ne verrais pas d'inconvénient à l'employer. On conçoit que l'usage des briques ne peut être prescrit d'une manière générale; il faut pouvoir les cuire avec du charbon de rebut sur le lieu même où elles doivent être employées, afin qu'elles reviennent au meilleur marché possible.

Si l'on est obligé de donner du talus, je conseille d'établir dans la galerie et contre les côtés deux espèces de tables, que l'on dressera au moyen de quatre crochets de fer, de manière à leur donner l'inclinaison voulue et à laisser entre elles et la paroi de la galerie la place de poser les briques.

Les ouvriers ne seront pas fort à leur aise, mais comme ils travailleront toujours devant eux et sans être obligés de s'occuper de plomber ou de présenter la règle de talus, qu'ils reculeront à mesure qu'ils auront posé leur parement vu et qu'ils auront remblayé les vides avec des déblais, rien n'empêche

d'employer ce moyen, que je crois bon, expéditif et économique. On conçoit que, pour désarmer et changer de place, il suffit d'ouvrir les crochets, qui devront être assez solides pour faire l'office de contreforts. La figure 4, pl. XXVI, donne une idée de cette armature, qui peut tout aussi bien s'employer pour les murs droits que pour ceux en talus.

Le *muraillement en ceintures*, qui est exécuté dans les mines de mercure d'Idria, en Carniole, se compose de petites voûtes en briques d'un pied de large et éloignées d'un pied les unes des autres. Chacune de ces ceintures coûte 12^{f} 90^{c}. (Héron.)

Il y a des mines où l'on ne muraille que les côtés et où l'on place des pièces de bois en travers, qui font l'office de chapeaux.

Ce moyen a été employé avec succès à la mine de houille de Litry, près Caen, département du Calvados, et voici les détails que nous en a donnés M. Duhamel, fils, dans les Annales des mines [1]. Il s'agissait de passer à travers de vieux travaux, comblés ou éboulés, pour aller exploiter des couches de houille que les anciens avaient négligées. De vastes communications ont été établies entre tous les puits d'extraction, ensuite ces communications en ont reçu d'autres moins étendues, qui ont permis d'aménager la totalité de l'exploitation, comme on distribue

1 Tom. V, pag. 363.

une forêt en coupes réglées. On employa d'abord le boisage, mais l'obligation où l'on se trouva de le renouveler très-souvent, à cause des fréquentes ruptures qu'il éprouvait, détermina la compagnie à adopter le muraillement vers la fin de 1811.

On ne donna d'abord aux murs que 48^c à 65^c d'épaisseur; mais bientôt ils perdirent leur aplomb, et l'on fut obligé de leur donner depuis 82^c jusqu'à $1^m,30$, quand le fardeau des toits sembla l'exiger. Cependant, à l'exception des environs des puits, cette épaisseur est rare; la plus ordinaire est 3 pieds (1^m).

Le muraillement d'une voie consiste en deux murs verticaux et parallèles (pl. XXVI, fig. 3), hauts de 6 pieds 6 pouces ($2^m,16$), épais de 3 pieds et écartés l'un de l'autre de 5 pieds ($1^m,66$), de manière à ce que la distance comprise entre leurs parois extérieures est de 9 pieds 6 pouces ($3^m,57$) : ils doivent avoir 1 pied de fondation.

Les chapeaux de chêne (ou *billes*), longs de 6 pieds 9 pouces environ ($2^m,22$), sur 6 et 7 pouces de carré, sont éloignés l'un de l'autre, de milieu à milieu, de 3 pieds environ, et reposent de 11 pouces sur des *soles* ou *semelles*, que l'on place sur chacun des murs. Au-dessus de ces chapeaux on range, les uns à côté des autres, des espèces de *picots*, qui sont faits avec des bois de chêne refendus, nommés *esclèmes* en Normandie.

La hauteur du vide, sous bois, est de 6

pieds ($1^m,95$); la face des murs, qui doit être cachée, est tirée au cordeau et parementée, pour astreindre l'ouvrier à la régularité; mais on y *restape* ensuite les débris dont on veut se débarrasser, afin de ne laisser aucun vide entre ces murs et le terrain auquel ils servent d'appui.

Les *paremens vus* sont plus soignés que ceux qui doivent être cachés, et l'on y emploie aussi les plus belles pierres : le massif de ces murs, qui est compris entre les deux paremens, est composé de blocage posé à la main et bien garni. Les pierres, qui sont de grès quarzeux à grain plus ou moins fin, s'extraient de l'intérieur même, où l'on a ouvert plusieurs carrières, afin de diminuer les frais de transport : le mortier dont on fait usage, est fait avec un schiste tendre et pourri, provenant de l'intérieur de la mine et délayé dans un peu d'eau.

Les précautions indispensables à prendre pour la confection de ces murs, consistent dans l'ouverture d'une voie provisoire, solidement boisée, de 4 mètres environ de largeur, divisée en deux parties par une ligne de bois qui sert à la soutenir. On n'embrasse jamais plus de 10 mètres de construction à la fois, et souvent moins, si le défaut de solidité du toit s'y oppose; une partie du mur étant achevée, et le mortier ayant acquis la solidité convenable, on retire le boisage pour le faire servir en avant, et ainsi de suite.

Les murs placés au pied des puits, à l'entour des cabinets de *chargeage*, ont depuis 6 jusqu'à 12 pieds de haut; on n'y emploie que des pierres plates plus ou moins fortes, et ces constructions, qui exigent beaucoup de solidité, sont toujours faites à chaux et à sable.

Ce mode de soutènement, qui participe et du boisage et du muraillement, s'exécute depuis long-temps dans certaines mines de Hongrie; mais il paraît que M. Noël, directeur des mines de Litry est le premier qui l'ait fait exécuter en France.

Voici le sous-détail du prix d'une toise, ou de 2 mètres courans, d'une galerie muraillée par cette methode.

Extraction de la pierre.	4f	50c
Transport, prix moyen	4	50
Maçons, manœuvres, payés ensemble à raison de 3f 75c par toise carrée, ce qui donne pour une hauteur de 6 pieds 9 pouces.	4	21
Préparation du mortier.	2	50
Posage et enlèvement des bois provisoires.	1	»
	16f	71c
Pour l'autre côté de la galerie autant.	16	71
Pour 2 chapeaux ou billes, 32 picots et 2 soles en chêne	6	40
A reporter.	39f	82c

Report.	39f	82c
Entretien de ces bois, auxquels on suppose une durée moyenne de onze ans.	=	60
	40f	42c
Réparation annuelle.	1	=
	41f	42c

Sous-détail de la valeur du boisage d'une galerie de Litry, ayant en dedans du bois les mêmes dimensions que les voies muraillées.

Prix comparatifs.

4 Bois ou poites de 9 pieds de long (3m), contenant 18 bûches, mesure normande; ci	18 bûches.	
2 Chapeaux ou billes de 6 pieds (2m)	4	—
96 Esclèmes ou picots	12	—
	34 bûches.	
34 Bûches.	18f	70c
Façon, transport et posage.	2	30
	21f	=c
M. Noël ne porte la durée de ce boisage qu'à 2 ans; M. Duhamel le porte à 3 : l'entretien annuel est donc de	7	=
	28f	=c

Différence à l'avantage du boisage, 13f 42c.

Mais comme on peut porter sans exagération la durée du muraillement à quarante ans, et qu'à cause de la charge et de la rupture des bois on ne peut estimer celle du boisage qu'à trois au plus, il s'ensuit que l'on sera obligé de renouveler treize fois le boisage pendant quarante ans, ce qui en porterait la dépense à 364^{f} : différence énorme à l'avantage du muraillement, mais qu'il faut diminuer de moitié environ, à cause de l'entretien et du renouvellement des chapeaux, des soles et des picots, qui sont supportés par les deux murs. Il faut donc donner la préférence au muraillement voûté, toutes les fois que les localités ne s'y opposent pas.

§. 10.

Muraillement des puits de différentes espèces.

Rien ne s'oppose à ce que l'on muraille les puits carrés; mais quand il s'agit d'un puits neuf, on doit, par cela seul que l'on a l'intention d'adopter ce mode de consolidation, lui donner la forme ronde ou ovale; parce que les murs droits s'opposent fort mal à la poussée des terres, tandis que les arceaux les soutiennent parfaitement.

Si cependant on se décide à remplacer le boisage pourri d'un puits carré par un muraillement complet, il faut au moins donner à chacun de quatre murs une petite cour-

bure en dehors et arrondir les angles, afin d'opposer à la pression une résistance autre que celle d'un mur plat monté d'aplomb. Cette opération, qui est assez difficile quand les vieux bois sont en très-mauvais état, exige que l'on commence la maçonnerie à partir du fond du puits, et que l'on étançonne fortement le vieux boisage à mesure qu'on en détache les cadres et que le muraillement s'élève.

Quand, au contraire, on fait le muraillement à mesure que les mineurs descendent, et que l'on a de grands bancs à traverser, qui ne peuvent se soutenir d'eux-mêmes, alors on a recours à d'autres moyens pour soutenir la maçonnerie déjà faite, ainsi que nous le verrons bientôt.

Les puits carrés longs sont les plus commodes pour le service, mais ils se muraillent plus difficilement que les puits ronds, qui, à leur tour, ne présentent pas, à beaucoup près, toutes les facilités que l'on trouve dans les premiers, en sorte que, pour profiter des avantages des uns et des autres, je conseille d'adopter les puits ovales, toutes les fois qu'ils devront réunir le passage des tines à celui des échelles et des pompes.

Le muraillement d'un puits ovale de 9 pieds de long et 5 de large (3^m sur $1^m,66$) [pl. XXIV, fig. 2, et pl. XXVII, fig. 1] a été exécuté de la manière suivante aux mines du Lardin, département de la Dordogne. Après

avoir dépassé la terre végétale et avoir rencontré le grès houiller à une faible profondeur, on dressa la surface de cette roche et l'on commença à élever le muraillement jusqu'à un pied au-dessous du niveau de l'orifice du puits; arrivé à ce point, on recouvrit ce muraillement par des dalles, qui étaient taillées en talus et qui s'avançaient légèrement sur le vide du puits et en réduisaient le diamètre d'un pied environ dans les deux sens. (Pl. XXVII, fig. 1.)

Les queues de ces pierres plates formaient un grand dallage (fig. 2) tout à l'entour du puits, qui, ayant une légère pente en dehors, permettait à l'eau de s'écouler rapidement à mesure qu'on la versait, et facilitait aussi l'enlèvement des déblais[1]. Le but de la saillie formée par les dalles tout à l'entour de la bouche du puits, était de rendre la sortie des tines infiniment plus facile pour les ouvriers qui étaient chargés de les arrêter au passage et de les renverser. En effet, quand la tine, après avoir frotté contre la saillie et avoir été forcée de s'approcher du centre du puits, revenait, en quittant la dalle, à reprendre son aplomb ordinaire, elle se trouvait presque naturellement sortie et posée sur le dallage,

1 Quoiqu'il faille toujours tenir la bouche du puits d'une toise ou deux au-dessus du terrain pour faciliter le chargement des charrettes, l'on est souvent forcé de faire un *conroi* ou un *béton* en dehors de la maçonnerie, pour empêcher les eaux pluviales de s'infiltrer dans le puits.

où on la renversait. Ce petit moyen, bien simple, épargne beaucoup de peine aux déchargeurs.

Tout étant ainsi disposé à la bouche du puits, on en continua le foncement à travers les couches dures et les couches éboulueuses; mais toutes les fois que l'on rencontrait ces dernières, on les creusait après coup d'un pied de plus de largeur sur toute la circonférence, et on les revêtissait d'un muraillement à chaux et à sable, qui reposait sur un banc de grès et qui s'élevait jusqu'à une autre couche également solide, en ayant soin de choisir les pierres les plus propres à ce travail, tant parmi celles qui provenaient du percement des couches de grès, que parmi celles que l'on exploitait au jour. Quand on rencontrait des couches de schiste pourri ou ébouleux d'une trop grande épaisseur et qu'on ne pouvait attendre que l'on eût découvert une nouvelle couche solide pour murailler, on était forcé de faire deux arceaux à plein cintre dans le sens du grand axe et qui se butaient, l'un contre l'autre, aux extrémités de ce grand diamètre. On leur donnait deux pieds d'épaisseur au moins; on les composait de grandes pierres plates, choisies et posées de champ, et quand ils étaient bien consolidés, on établissait par dessus le muraillement ordinaire d'un pied d'épaisseur seulement, en remontant jusqu'à la dernière couche solide, et on recommençait ensuite à

foncer jusqu'à ce que l'on retrouvât une nouvelle couche de grès, sur laquelle on établissait la maçonnerie, que l'on montait jusque dans les arceaux dont nous avons parlé ci-dessus, qui, étant deux fois plus enfoncés dans la roche que tout le reste du muraillement, ne se trouvaient jamais exposés à s'écrouler, quand on venait à les reprendre en sous-œuvre. Telle est la seule difficulté qu'on éprouva dans l'exécution de ce muraillement, qui s'est continué de la même manière jusqu'à 80 mètres, et qui s'exécutait par de jeunes maçons et par de simples mineurs qu'on avait dressés à ce nouvel ouvrage.

Le foncement du puits s'exécutait à prix fait; mais la recoupe des roches tendres se faisait à la journée, parce qu'on ne pouvait caver qu'au fur et à mesure que les maçons montaient leur mur, et qu'il eût été assez difficile d'en fixer le prix d'avance.

La cloison, qui sépare la case des tines de celle des échelles et des pompes, s'établit quelquefois en maçonnerie, mais je la préfère en bois, parce qu'elle tient moitié moins de place et qu'elle revient moins cher qu'un mur à deux paremens et qui, vu son peu d'épaisseur, demande à être fait avec beaucoup de soin. Il devient aussi assez difficile de le relier avec la roche, qui n'est pas muraillée, et comme cette cloison sert très-souvent à l'aérage et que les plus légères fissures nuiraient à cet effet, on conçoit qu'il serait

fort difficile de les découvrir dans un ouvrage de maçonnerie. Je crois donc qu'il est avantageux sous tous les rapports d'exécuter cette cloison en bois; mais comme on doit prévoir qu'il faudra en venir à la changer un jour, on doit avoir soin de sceller les pièces entre des pierres plates, afin qu'on puisse les retirer sans difficulté pour les remplacer par d'autres.

Le muraillement d'un puits rond n'offre ni plus ni moins de difficulté que celui d'un puits ovale, et nous avons vu, pour celui des puits carrés, quelles sont les précautions qu'il faut prendre pour qu'il s'oppose d'une manière efficace à la poussée des terres.

Le muraillement d'un puits incliné dont le mur est solide, se réduit à une simple voûte, à laquelle on donne un plus ou moins grand diamètre, et dont on fait reposer la naissance, soit sur la roche, soit sur deux pieds droits bâtis. L'on conçoit que ce muraillement se rapproche d'autant plus de celui d'une galerie, que ce puits s'en rapproche lui-même par son peu d'inclinaison, et qu'il ressemble d'autant plus à celui d'un puits vertical, que son inclinaison est plus rapide.

Les pierres plates doivent être préférées pour le muraillement des puits comme pour celui des galeries, et à plus forte raison: aussi tout ce que nous avons dit de l'emploi du mortier, de celui de la mousse et de la maçonnerie à pierre sèche, en parlant du mu-

raillement des galeries, s'applique de point en point à celui des puits et des bures.

Depuis bien long-temps les Liégeois et les Anglais muraillent leurs puits avec des briques, et comme ce travail offre beaucoup moins de difficultés que celui que l'on exécute avec des pierres, nous avons dû finir par l'exécuter en France, comme partout ailleurs. Voici le détail d'un muraillement en briques exécuté aux mines de Fins, et dont nous sommes redevable à M. Guillemin. [1]

Le muraillement se fait au fur et à mesure qu'on descend, et sans qu'on soit obligé d'employer de boisage provisoire.

On s'enfonce autant que la solidité du terrain le permet, et aussitôt qu'on ne peut plus le faire sans danger, on muraille; puis on creuse et l'on muraille encore dès qu'on le juge nécessaire, et ainsi de suite.

La grande difficulté (c'est-à-dire la seule) est de soutenir le muraillement pendant qu'on descend; car la bâtisse en elle-même n'en offre aucune.

Lorsqu'on a atteint 6 à 10 mètres, par exemple, on place horizontalement au fond de l'excavation un cadre de bois, formé de quatre pièces (pl. XXVII, fig. 4), jointé à mi-bois et relié aux angles par quatre liens, qui sont placés à une distance égale du diamètre du puits. Les dimensions de ce cadre

---

1 Annales des mines, tom. XIII, pag. 85.

sont en œuvre de 0,11 plus petites que celle du puits, qui est indiquée par la ligne circulaire (car il s'agit ici de puits ronds); mais il est disposé de manière à ne point gêner le passage des tines ou beines.

Sur ce cadre, dont l'extrémité des pièces va s'appuyer le plus loin qu'il est possible dans la roche ou le terrain, on pose une *courbe* circulaire en bois, dont le diamètre est égal à celui du puits, et qui est composée de plusieurs pièces taillées en voussoir et réunies à mi-bois. C'est sur ce cadre et sur cette courbe que l'on a assis le muraillement de briques, que l'on monte jusqu'à la bouche du puits, où l'on pose un nouveau cadre, pareil au premier, mais dont les extrémités, infiniment plus prolongées, vont s'appuyer au loin à la surface du sol, et servent à soutenir, au moyen de chaînes, de tirans en bois et en fer, le cadre inférieur et toute la maçonnerie qu'il supporte.

Cela fait, on creuse de nouveau sans danger, mais en ayant soin cependant de laisser du terrain sous le cadre et en ne donnant que petit à petit toute la largeur que doit avoir le puits *extra muros*.

Cette espèce de corniche circulaire, que l'on ménage au-dessous du cadre de bois, soutient en partie la maçonnerie supérieure, et on ne l'enlève ensuite que par portions, pour la remplacer incontinent par le muraillement.

La profondeur que l'on peut atteindre sans murailler et sans s'exposer, varie avec la consistance de la roche; la moindre est d'un mètre, et ne se rencontre que dans les terres éboulueuses, les schistes friables nommés *menus noirs* par les mineurs bourbonnais. Alors on se hâte de murailler tout autour sur une courbe circulaire pareille à la première et posée de même, en ayant soin de serrer le dernier rang de briques avec des coins de bois, et enfin, pour achever de consolider cette portion de muraillement, on cloue autour du puits un certain nombre de *palplanches* d'un cintre à l'autre, qui dans les puits de Fins sont répétés de 2 en 2 mètres environ.

Quand en creusant on trouve un rocher solide, on en profite pour décharger le puits au moyen d'un cadre en bois, dont les extrémités s'appuient sur les parties consistantes de ce rocher, que l'on ne muraille pas.

Avant de passer à la description des matériaux, que nous devons encore à M. Guillemin, je ferai remarquer que ce muraillement présente à mon avis un inconvénient grave, c'est de reposer de 2 en 2 mètres sur des cadres de bois, qui pourriront avec le temps et qui exigeront des réparations dispendieuses; qui peut engager à recouvrir la roche solide encore avec un cadre de bois? Pourquoi serrer avec des coins de bois, quand on a toujours des tuileaux à son service? Les

cintres de fer, employés en Angleterre, sont infiniment préférables, et leur valeur n'est pas assez grande pour que ce sucroît de dépense puisse faire une différence tellement notable, que l'on soit engagé à la supprimer par raison d'économie. A Dudley, à Newcastle, etc., les puits ont 6 pieds de diamètre; ils sont ronds, et la maçonnerie en brique repose ordinairement sur des cercles de fer gros carré, d'environ 2 pouces, qui sont espacés de 3 en 3 pieds. Ces cercles sont assemblés à mi-fer et boulonnés convenablement: ailleurs ils sont espacés de 4 pieds. (Dufrenoy.)

Les premiers muraillemens qui s'exécutèrent à Fins, le furent en grès taillés en voussoirs; mais plusieurs raisons en ont bientôt décidé l'abandon: la taille seule d'un mètre courant de grès pour un puits de 6 pieds de diamètre, coûtait 24^{f}, et d'ailleurs ces grès houillers sont quelquefois assez friables pour qu'ils ne puissent pas soutenir la pression sans s'écraser.

L'emploi des briques a été substitué à celui des grès avec beaucoup de succès et d'avantage; on trouve presque partout de la terre propre à leur fabrication, et l'on peut, sans augmentation de frais, donner à la brique la forme d'un voussoir et obtenir par là une grande solidité, en même temps qu'on rend le travail plus facile. Il suffit de n'employer que celles qui sont bien cuites, et l'on est

assuré de la solidité de ces muraillemens.

Voici les dimensions que l'on donne à ces briques : dans les terres ébouleuses, dans les roches tendres ou susceptibles de le devenir, elles ont la forme d'un coin alongé (pl. XXVII, fig. 5) : leur longueur est de 8 pouces (0,22), leur largeur moyenne de 4 pouces (0,11), et leur épaisseur de 3 pouces.

Dans les terrains solides, les schistes secs, leur forme est alongée (fig. 6) ; leur largeur est de 8 pouces, leur longueur est de 4 et leur épaisseur est de 3. C'est-à-dire que le muraillement des terrains ébouleux a 8 pouces d'épaisseur, et que celui des schistes n'en a que 4.

Le mortier est fait avec beaucoup de soin; le sable, et la chaux éteinte spontanément à l'air, sont passés au tamis et mêlés dans les proportions convenables. Le mélange est gâché à l'instant de l'employer, et il acquiert une dureté suffisante.

Il existe presque toujours un vide entre la bâtisse et la paroi de l'excavation : on a l'attention de le remplir exactement avec des déblais et quelquefois avec de l'argile délayée, quand on veut détourner les eaux. Quant à la courbe de bois elle est toujours serrée avec des coins, pour prévenir le moindre dérangement.

Il arrive quelquefois, lorsqu'on creuse dans les terrains ébouleux, qu'il se forme des vides derrière la partie du muraillement antérieu-

rement faite, et comme on ne peut l'empêcher totalement, on se hâte de murailler le peu qu'on creuse, souvent même par portions de la circonférence, puis de combler ce vide en dessus par un trou pratiqué dans le briquetage, avant que l'ébranlement se soit propagé à une plus grande distance; sans cette précaution, le puits quitterait son aplomb, puisque les pressions ne seraient pas les mêmes de tous les côtés.

Sous-détail de la dépense d'un mètre courant de muraillement en brique d'un puits de 6 pieds de diamètre, à Fins, département de l'Allier.

Briques 300, à 16^{f} le mille rendues au bord du puits	4^{f}	80^{c}
Mortier, 2 hectolitres, préparé à 2^{f}	4	»
Bois, ⅓ de courbe, frais d'assemblage, de mise en place d'une courbe, 5^{f}. Il faut, pour la faire, 5 pieds cubes de bois à 2^{f}. Total du prix d'une courbe, 15^{f}; le tiers.	5	»
6 Mèt. de croûtes, clous, pose, etc.	2	50
Cales ou coins de bois, à 60^{c} le cent.	»	20
Main-d'œuvre du maçon, prix convenu	4	»
Il emploie 96 heures pour élever 10 mètres de puits.		
Son aide	»	85
A reporter. . . .	21^{f}	35^{c}

Report. . . .	21f	35c
Service des matériaux jusqu'à la profondeur de 30 mèt., quatre hommes, à 85c = 3f 40c; de 30 mètres à 180, trois hommes et deux chevaux, les premiers à 85c et les autres à 2f = 7f 40c; plus profondément trois hommes et trois chevaux = 9f 40c. Prix moyen. . . .	6	75
Éclairage.	2	50
	30f	60c

En terrains ébouleux il faut moitié plus de briques, puisqu'elles sont moitié moins larges, et deux fois plus de mortier : la dépense s'élève alors à 35f 40c.

Sous-détail de la dépense d'un mètre courant du boisage d'un puits rectangulaire alongé, faisant le même service à Fins, département de l'Allier.

1 Cadre avec étrésillon, cubant 22 pieds, à 1f 65c le pied cube . . .	36f	30c
4 Porteurs, équarrissant 5 à 6 pouces	4	
8 Croûtes clouées.	2	
50 Écoins ou esclèmes, à 7f 50c le cent	3	75
100 Cassons ou coins	2	50
Pose (2 mineurs travaillant 8 heures), y compris l'éclairage. . . .	2	70
Service extérieur jusqu'à 200 mètres, prix moyen.	5	15
	56f	40c

Dans les terrains très-ébouleux il faut quelquefois doubler le boisage, et alors la dépense d'un mètre courant s'élève nécessairement au double. En supposant, dit M. Guillemin, ainsi que cela a lieu à Fins, que le muraillement soit moitié en tendre et moitié en dur, et que le boisage soit doublé sur un cinquième de la hauteur,

La dépense du boisage est de	65^{f} 80^{c}
Celle du muraillement, de	42 75
Différence de l'avantage du muraillement	23^{f} 05^{c}

A ce premier avantage il faut ajouter celui de la durée, qui serait infinie si l'on supprimait le bois et qu'on le remplaçât par le fer ou la fonte, ainsi qu'on le pratique en Angleterre.

Trebra prétend qu'en neuf années il a été muraillé dans les environs de Marienberg, tant en puits qu'en galerie, 252 toises courantes pour 10,760^{f}, ce qui n'en fait monter le prix qu'à 42^{f} 80^{c}, soit 21^{f} 40^{c} le mètre courant. Depuis cette époque la main-d'œuvre a pu augmenter, mais nous ne sommes pas encore près, en France, d'approcher d'un prix de muraillement aussi modique.

Nous terminerons ce que nous avons à dire sur le muraillement des puits, en recommandant aux directeurs de surveiller les maçons qui exécutent cet ouvrage soit à pierre sèche, soit à chaux et à sable, dans la crainte qu'ils

ne remplissent les trous ou les entre-deux des moellons avec de petites pierres, qui finissent par se détacher, et qui ne contribuent nullement à la solidité de l'ouvrage : il vaut beaucoup mieux que le parement soit moins bien uni, qu'il présente quelques trous, que de renfermer une infinité de petites cales, que l'eau ou les détonations de la poudre ne cessent d'ébranler, et qui finissent par tomber.

L'eau, en coulant sur les parois d'un muraillement exécuté en brique, serait une cause de détérioration qu'il faut écarter soigneusement. Trebra conseille, quand les eaux sont fortes, de faire une rigole dans le rocher, et d'y adapter un canal en bois qu'on engage dans le mur et par lequel les eaux se dégorgent sans l'endommager. Cette précaution est très-bonne, dit Duhamel, quand l'eau ne sort que par un seul endroit; mais lorsqu'elle suinte entre tous les bancs de roche, depuis l'orifice d'un puits jusqu'au fond, comme cela arrive le plus ordinairement, il n'est plus possible d'en faire usage.

On s'est servi à *Fins*, pour rassembler l'eau qui filtrait entre les différentes roches, d'un moyen analogue à celui que l'on emploie en Hongrie et dont parle Trebra; mais ensuite on les a conduites jusqu'au fond du puits à l'aide de cordes détorses, ce qui empêche qu'elles ne se réduisent en pluie, et qu'elles n'incommodent les ouvriers; et ce moyen bien

simple est susceptible d'une infinité d'applications dans la pratique.

Je n'ai point dit que l'on pouvait remplacer les *kastes* et les *stempels* par des arceaux en maçonnerie, parce que cet emploi du muraillement, qui exigerait de fortes armatures et qui demanderait de très-grandes précautions pour être exécuté en pierre sèche, ne me paraît pas susceptible d'être employé souvent dans les mines; mais toutes les fois que les espaces à soutenir ne seront pas trop larges, et que les matériaux ou la consistance de la roche le permettront, je ne vois que des avantages à l'exécuter, surtout quand on devra réserver un passage fréquenté au-dessous de ces amas de déblais.

§. 11.

Du remblai.

Le remblai est un des meilleurs moyens de soutènement: il s'exécute dans les travaux où l'on ne doit jamais rentrer, et comme le dérangement de la roche cause un foisonnement très-considérable, il importe de mettre le plus grand soin à l'arrangement des déblais, si l'on est intéressé à en loger la plus grande quantité possible, ce qui arrive dans les mines où l'on exploite des couches minces. Si le remblai doit conserver des passages pour la circulation des ouvriers, les paremens qui bordent ces galeries doivent être exécutés avec

soin et composés des plus gros fragmens de roche, réservant le menu déblai pour être jeté en arrière et tout simplement à la pelle. C'est donc une sorte de muraillement que l'on destine à soutenir le fardeau du toit et la poussée du fin déblai, ainsi que je l'ai déjà dit en parlant de l'exploitation des petites couches.

§. 12.

Des armatures en fonte ou tubage.

Comme les bois de mine dont on se sert en Angleterre viennent presque tous de la Norwége et qu'ils sont d'un prix fort élevé, on ne boise qu'à la dernière extrémité, ainsi que nous l'avons déjà dit; mais en revanche le fer, et la fonte surtout, que l'on substitue au bois dans presque toutes les charpentes, a pénétré jusque dans les mines anglaises; car il en est où l'on voit des poites et des chapeaux en fonte.

D'après des renseignemens donnés à Newcastle, et que je dois à l'obligeance de M. Dufrenoy, il paraît que, lorsqu'on traverse une couche de sable dans le percement d'un puits, on emploie des cercles de fonte, au lieu de palplanches ou picots. Ces espèces de manchons sont d'une seule pièce quand le puits n'a que 6 pieds de diamètre; ils sont composés de quatre, quand ils en ont 20. Ces segmens s'assemblent au moyen d'oreilles saillantes qui se boulonnent avec des écrous,

et l'on place ainsi plusieurs de ces manchons les uns sur les autres, jusqu'à ce que la couche de sable soit passée.

Aux mines de Perey-Maine, dirigées par M. Buddle, l'un des ingénieurs les plus renommés de toute l'Angleterre, on voit un puits garni intérieurement d'un *tubage* en fonte de fer de 40 pieds de haut et de 13 de large, qui tient lieu d'un cuvelage en bois et qui contient une couche de sable imprégnée des eaux de la *Tyne*, qui coule près de ces mines.

Quand nous serons parvenus en France à produire le fer et la fonte à aussi bas prix et avec une profusion semblable à celle avec laquelle on les fabrique aujourd'hui en Angleterre et en Écosse, nous en viendrons peut-être à substituer ces grands cercles de fer dans le cuvelage à cette quantité prodigieuse de bois de choix que nous y employons journellement, et il ne sera pas sans intérêt pour ceux qui aiment l'industrie, et qui savent en apprécier tous les bienfaits, de voir ce même fer, qui peut être sorti de cette même mine sous la forme d'un minerai terne et pierreux, y rentrer sous la figure de pièces moulées avec art, pour y jouer un tout autre rôle que celui qu'il y remplissait avant d'avoir été extrait, fondu et moulé dans ces grands ateliers qui sont le rendez-vous général de tous les arts mécaniques et le siége de toutes nos industries.

DE L'ASSÉCHEMENT DES MINES.

L'expérience a prouvé depuis long-temps qu'il existe dans le sein de la terre une infinité de petits courans d'eau qui circulent dans tous les sens, et que l'on ne manque jamais de recouper quand on exécute quelques travaux souterrains.

Les eaux que l'on rencontre à une faible profondeur au-dessous de la surface de la terre, sont évidemment produites par des infiltrations des eaux pluviales, par celles de la mer, des lacs et des rivières; mais les sources qui circulent à quelques cents pieds, semblent être tout-à-fait indépendantes de ces grands dépôts de la surface et appartenir à des réservoirs souterrains d'une capacité prodigieuse, qui n'ont aucun rapport avec les eaux pluviales et qui ne varient point d'état avec la température, les saisons et l'état hygrométrique de l'atmosphère.

A une grande profondeur les eaux diminuent et ne semblent point dépasser une certaine région, une certaine bande; mais malheureusement c'est précisément dans cette partie moyenne que la plupart de nos exploitations sont établies, et nous devons considérer les eaux souterraines comme l'un des principaux obstacles opposés à la prospérité de l'industrie minérale.

Les moyens employés pour se préserver des

inondations dans les travaux de mines, se divisent en trois séries :

L'écoulement naturel ;

L'épuisement par les machines, et

Les moyens préservatifs, qui comprennent le cuvelage, les digues, etc.

§. 13.

Des galeries d'écoulement.

L'*écoulement* naturel s'effectue au moyen de galeries ou d'aqueducs qui débouchent dans la partie la plus basse des vallées immédiatement au-dessus des plus grandes eaux connues, c'est-à-dire au-dessus du point où les rivières et les ruisseaux qui coulent dans les vallées, s'élèvent dans leurs plus grands débordemens. Ces aqueducs ou galeries d'écoulement doivent assécher tous les travaux qui sont au-dessus d'eux, et peuvent se rattacher aux exploitations de toute une contrée ; aussi nous en connaissons qui ont plusieurs lieues de développement, avec une infinité de ramifications, et qui ont demandé bien des années de travail.

On conçoit que l'Autorité doive intervenir dans l'exécution de ces grands travaux, non pour aider par des secours en argent, car ce n'est pas son usage ; mais pour obliger les exploitans récalcitrans à contribuer à la dépense dont ils doivent retirer des avantages plus ou moins prochains.

Le nivellement de l'extérieur par rapport aux parties les plus basses des travaux souterrains, est l'opération fondamentale, et qui doit toujours précéder l'exécution de toute galerie d'écoulement. L'on ne saurait trop y apporter d'attention et de soins minutieux; car c'est de la justesse et de la précision de ce nivellement que dépend tout le succès de ce grand travail : il faut donc le répéter plusieurs fois, avec des instrumens différens, par divers procédés, et finir par prendre une moyenne entre tous les résultats obtenus. C'est un travail de ce genre qui fut exécuté avec un soin extrême par MM. Beaunier et Calmelet, sur le terrain houiller du ci-devant département de la Sarre.

Les difficultés augmentent encore quand, pour accélérer l'exécution d'une très-longue galerie d'écoulement, on se détermine à l'attaquer sur plusieurs points à la fois, soit en partant de sa surface au moyen de puits que l'on enfonce jusqu'à la profondeur où doit se trouver le sol de l'aqueduc, soit en partant à la fois de l'extrémité extérieure et de celle qui aboutit aux travaux souterrains.

Comme on est intéressé à aller recouper le point le plus bas d'une ou de plusieurs mines que l'on veut assécher, on conçoit qu'il faut donner la plus petite pente possible à la galerie; car sans cette attention on aurait bientôt perdu plusieurs mètres, et cette petite différence peut en apporter une énorme

dans les résultats. Deux lignes par toise, deux millimètres par mètre de pente, sont bien suffisans pour l'écoulement de l'eau, et s'il ne se formait point de dépôt sur le sol, on pourrait en donner encore moins.

Lorsqu'une galerie d'écoulement ne doit pas servir en même temps de galerie d'extraction, on doit en restreindre les dimensions dans tous les sens; mais la conserver cependant assez grande, afin que l'on puisse y circuler facilement pour en visiter toutes les parties. C'est une économie mal entendue que de réduire une galerie déjà faite, et dans laquelle on a bien été forcé d'entrer et de circuler pour l'exécuter et en sortir les déblais, de la réduire en un simple égout de quelques pouces en carré, qui suffit au passage de l'eau, mais que le plus petit éboulement obstrue et que le dépôt des eaux peut encombrer à la longue.

Pour remédier à un pareil accident, on conçoit combien il faut de temps et de travaux, puisque l'on est forcé de remonter à la source du mal dont on ignore la place, et qu'il faut non-seulement recommencer une nouvelle galerie, mais travailler au milieu des remblais, dans un terrain boueux qui exige une grande quantité de bois: d'ailleurs, pendant tout ce travail, qui est long, pénible et fort coûteux par conséquent, l'exploitation est paralysée, les ouvrages submergés, et l'on a tout lieu de se repentir de n'avoir point

conservé à la galerie une hauteur et une largeur suffisantes au passage des ouvriers.

D'après ce qui précède, je conseille donc, toutes les fois que l'on se décidera à exécuter une galerie d'écoulement, de lui donner les dimensions suivantes, savoir ; si on la perce à travers une roche assez solide pour qu'elle se soutienne d'elle-même, on la taillera en ogive (pl. VI, fig. 1.re), comme celle du Bleyberg; et on lui donnera 5 pieds de haut sous clef et 3 pieds de large sur le sol, au milieu duquel on tracera une rigole capable de contenir les eaux, de les rassembler et de leur donner un écoulement plus rapide.

Si c'est à travers une roche ébouleuse, il faudra murailler en pierre ou en briques, suivant la localité, voûter à plein cintre (pl. XXVI, fig. 1 et 2), et ne lui conserver de vide que celui indiqué ci-dessus, 5 pieds sur 3.

Comme on ne doit se décider à faire une galerie d'écoulement qu'autant qu'on s'est assuré d'avance qu'elle asséchera une assez grande masse de combustible ou de minerai, pour que la dépense qu'elle doit exiger se trouve amplement payée au bout de quelques années, soit en permettant de supprimer des machines d'un entretien coûteux, soit par toute autre raison, il ne faut jamais balancer à adopter le muraillement de préférence au boisage, puisque nous avons prouvé dans la section précédente qu'il y avait réellement

économie toutes les fois qu'il s'agissait de consolider des travaux qui devaient avoir une longue durée.

La nature du terrain doit donc être une raison déterminante pour diriger une galerie d'écoulement plutôt sur telle vallée que sur telle autre ; car il y a des roches qui, tout en exigeant l'usage de la poudre, peuvent devenir plus économiques que d'autres qui sont plus tendres, par cela seul qu'elles se soutiennent d'elles-mêmes. La nature de la roche est donc un élément fort essentiel et qui entre pour beaucoup dans le devis d'une galerie d'écoulement, qui doit toujours précéder l'exécution d'un travail aussi important; et dût-on ne rencontrer la roche solide que de place en place, on ne devra point négliger cette circonstance, qui peut se reconnaître d'avance par l'examen attentif de la surface ou par celui des travaux déjà faits.

De tous les moyens d'assécher les mines, la galerie d'écoulement paraît le meilleur, le plus simple et celui qui présente la plus grande sécurité. Cependant il ne faut point s'y laisser prendre, et les calculs peuvent apporter de grands changemens dans les plans et les projets qui paraissent les plus sages et les mieux conçus.

En général, les bonnes galeries d'écoulement ne peuvent s'exécuter que dans les pays très-coupés et très-montagneux; elles deviennent trop longues dans les pays plats, n'assè-

chent point une masse proportionnée à leur longueur, par conséquent à la dépense qu'elles ont exigée, et dès-lors elles sont mauvaises.

Les mines dans lesquelles on exécute de grands vides en peu d'années, dont le champ d'exploitation change souvent, et dans lesquelles on n'a pas commencé par s'enfoncer à la plus grande profondeur possible pour remonter ensuite, ainsi que nous l'avons expliqué en parlant de l'exploitation proprement dite; ces mines sont peu propres à être asséchées par des galeries d'écoulement, aussi les houillères, qui sont précisément dans ce cas, sont beaucoup moins susceptibles que les mines métalliques de supporter la dépense d'une galerie uniquement destinée à l'écoulement des eaux souterraines, et cela tient à ce que les filons de plomb, de cuivre ou d'argent, se trouvent généralement dans les pays de montagne, dans des vallées profondes; que leur exploitation est lente en comparaison de celle des houillères, et qu'il arrive assez souvent que la galerie d'écoulement sert aussi à la sortie du minerai, qu'elle suit le filon sur une partie de son développement, ou qu'elle peut aider à en découvrir de nouveaux.

Les houillères de Rive-de-Gier présentent trois galeries d'écoulement, mais il y en a déjà deux d'abandonnées, et la seule qui soit utile aujourd'hui, a 800 mètres de long. Les grandes galeries d'écoulement, nommées

arènes dans le pays de Liége, sont remplacées aujourd'hui par des machines à vapeur.

La galerie d'écoulement de M. Jauvin, à Meymac, département de la Corrèze, qui a déjà exigé seize années de travail, et qui n'avait que 500 pieds en 1825, à cause de la dureté excessive du granit qu'il a fallu traverser avant d'atteindre le grès houiller, n'assèchera peut-être pas une assez grande masse de charbon pour le temps et la dépense qu'elle doit avoir exigés, et il est probable que l'établissement d'une machine à vapeur eût été préférable à l'exécution de cette galerie, qui présente au reste un fait géologique très-remarquable; la jonction du terrain houiller avec le granit blanc à grain fin, si claire et si parfaitement tranchée, qu'en suivant cette galerie, qui est en ogive, on a pendant assez long-temps le granit à la droite, le grès sur la gauche et la ligne de jonction sur la tête. Le contact est si intime, que l'on voit des veines noires, bitumineuses, et même des filets de houille, pénétrer dans le granit de manière à ce que l'on puisse détacher des échantillons qui présenteraient ce combustible au milieu du granit le mieux caractérisé, et qui pourraient induire en erreur ceux qui ne les auraient pas pris sur place.

Les aqueducs qui assèchent les belles houillères de l'Aveyron, sont de mauvais égouts qui se bouchent par le plus léger éboulement, et qui ne remplissent que fort

imparfaitement le but auquel on les destine. Il est probable qu'un meilleur système d'asséchement fera partie du nouveau mode d'exploitation que l'on sera forcé d'adopter incessamment, et qui sauvera ce magnifique amas de combustible de la ruine totale dont il est menacé.

A ces différens exemples de galerie d'écoulement exécutée dans le terrain houiller, et dont nous avons fait sentir les désavantages, nous en opposerons quelques-uns pris parmi celles qui assèchent les mines métalliques; nous citerons entre autres:

La galerie d'écoulement de la mine de plomb de Tarnowitz en Silésie, qui a 5300 toises de long (plus de deux lieues de poste), 7 à 8 pieds de haut, 4 de large: elle a permis de supprimer plusieurs machines d'épuisement, dont la dépense annuelle montait à 16,000 fr. (d'Aubuisson), ce qui ne représente que l'intérêt de 320,000 fr., non compris, il est vrai, la valeur des machines, et ce qui porte le prix de la toise courante à un peu plus de 60 fr., tout compris; ce qui n'est pas trop cher pour une galerie dont la coupe verticale offre une surface de 30 pieds carrés environ, et qui aurait pu être réduite de plus de moitié. Les galeries d'écoulement de Freyberg, qui s'embranchent les unes dans les autres, et dont le développement est de 27 lieues, suivant M. d'Aubuisson, sont au moins aussi remarquables.

Celle de Poullaouen en Bretagne a 3000 mètres;

Celle de Marienberg en Saxe en a 4000, etc.

On peut encore citer la galerie d'écoulement de la mine de plomb de Védrin, où deux mineurs ont travaillé pendant cinquante-quatre ans sans discontinuer; mais le monument le plus remarquable en ce genre, est la galerie du *Roi George* au Hartz, qui a plus de cinq lieues de développement, qui épuise les eaux d'une grande partie des mines de ce canton, qui a été faite en vingt ans, attaquée par trente ateliers à la fois, et qui se sont rencontrés avec la plus grande exactitude sur quinze points différens. C'est en même temps, dit M. Héron de Villefosse, l'exemple d'un travail immense et d'une admirable précision dans l'application de la géometrie aux travaux souterrains. Les détails de ce magnifique aqueduc occupent cinq planches dans le bel ouvrage de M. de Villefosse sur la richesse minérale, qui est lui-même un monument unique et admirable, élevé à l'honneur de l'art des mines, et un témoignage éclatant du bon esprit qui animait les savans que l'on attachait à la suite de nos armées victorieuses.

§. 14.

Des pompes.

Les *tonneaux*, les *tines* et les *pompes*, sont les seuls moyens d'épuiser l'eau des mines

qui ne sont point susceptibles de s'assécher naturellement, et suivant que les eaux sont plus ou moins abondantes, on emploie la force des hommes, celle des chevaux, le cours ou la chute des eaux, le vent ou la vapeur, enfin, pour mettre ces machines en mouvement et les forcer à remplir le but que l'on s'est proposé en les établissant à l'orifice des puits.

Les *tonneaux*, qui sont ordinairement longs et étroits, ne s'emploient guère que dans les galeries inclinées; ils sont montés sur des traîneaux ou sur de petits chariots à quatre roues, qui glissent ou qui roulent sur des limandes de bois, et c'est en ouvrant une porte assez large, qui est placée sur le fond postérieur, qu'on les vide à leur arrivée au jour. Nous avons vu, en parlant des moyens d'extraction, que l'on se sert aussi de tines resserrées à l'embouchure, pour sortir les eaux des puits inclinés; mais que ces vases ouverts avaient l'inconvénient de n'arriver qu'au quart ou à moitié pleins à la bouche du puits. Les barriques fermées sont donc préférables, quand on ne peut employer de meilleur moyen.

Les *tines* ou *beines* ont déjà été décrites en parlant de l'extraction des minerais; j'ai dit que celles qui étaient destinées à élever l'eau, étaient plus grandes que celles des déblais et du minerai; qu'on les accrochait quelquefois à leur passage au moyen d'un mécanisme simple, qui les renversait sans que

l'ouvrier eût à s'en mêler; mais que ce procédé n'était guère applicable que pour l'eau: je n'ai rien à ajouter à ce sujet.

Les *pompes* de mine sont faites sur le même principe que toutes celles dont on fait usage dans les manufactures et dans tous les établissemens où il s'agit d'élever un certain volume d'eau à une hauteur donnée; mais on préfère en général celles qui aspirent l'eau, par l'effet combiné des pistons qui font le vide, de la pression de l'air qui force l'eau à s'élever, et des soupapes qui s'opposent à ce qu'elle redescende. Ces *pompes aspirantes* sont préférées à celles que l'on appelle *aspirantes* et *foulantes*.

La pompe aspirante simple se compose d'un tuyau de bois, de fonte, de cuivre ou de plomb, dans lequel on fait jouer une tige de fer qui porte, à son extrémité inférieure, un piston de bois entouré d'un cuir gras, qui glisse avec frottement dans l'intérieur du tuyau, et qui est percé au centre d'un trou plus ou moins grand, recouvert par un clapet qui s'ouvre quand le piston descend et se ferme quand il remonte; au pied du tuyau qui porte le nom de *cœur de pompe*, et à quelques pouces au-dessus seulement, on place une soupape à demeure, qui joue d'une manière opposée au clapet du piston, c'est-à-dire qui s'ouvre quand le piston monte, et se ferme quand il descend.

Il ne faut pas mettre plus de 28 pieds entre

la soupape et l'extrémité supérieure de la course du piston, parce que c'est dans cette partie de la pompe que se fait le vide, et que, bien que la théorie admette avec raison que la pression de l'air fait équilibre à 32 pieds d'eau, on ne peut pas compter sur ce résultat dans la pratique, à cause de l'imperfection de nos machines et de la hauteur plus ou moins grande du lieu où l'on pose la pompe par rapport au niveau de la mer.

Comme le piston n'a guère que 2 ou 3 pieds de course, il ne fait pas le vide du premier coup; il faut plusieurs impulsions avant que l'eau s'élève jusqu'au point où elle peut arriver, et c'est à ce moment là seulement qu'elle fait ouvrir le clapet du piston et qu'elle passe à travers. Si la pompe n'a que 30 pieds, depuis la soupape inférieure jusqu'au tuyau par où l'eau doit s'échapper, elle coulera en dehors aussitôt après qu'elle aura traversé le piston et qu'il commencera à s'élever; mais si la pompe en a 50 ou 60, son effet se compose d'abord de l'aspiration qui fera monter l'eau jusqu'à 28 ou 30 pieds par la pression de l'air, et ensuite de l'action purement mécanique du piston, qui, en même temps qu'il produira le vide au-dessous de lui, soulèvera la colonne d'eau dont il est chargé, et la forcera à s'échapper par l'orifice supérieur aussitôt que cette colonne aura atteint la hauteur nécessaire. L'on voit d'après cela qu'il n'y a réellement que les difficultés de

construction qui puissent s'opposer à la confection d'une pompe de ce genre d'une hauteur prodigieuse; car en théorie, il suffirait de proportionner la force à la résistance pour obtenir tel résultat qu'on voudrait. Dans la pratique, c'est la longueur de la tige qui vient s'opposer à ce que l'on puisse placer le piston à 100 pieds par exemple : si on la fait en fer, cette tige se courbe et plie; si on la fait en bois, elle se casse facilement; enfin, si on la maintient de distance en distance par des rouleaux, cela augmente le frottement.

Je me suis cependant servi d'une de ces pompes en bois, qui avait 70 pieds, dont la tige était également en bois et que je faisais facilement marcher d'une main.

Quand on est obligé de monter l'eau d'une assez grande profondeur, on est forcé de diviser la hauteur en plusieurs parties et d'y établir des reprises. Chaque équipage de pompe a ses tiges particulières, qui finissent par se confondre en une seule, qui s'attache à un balancier, à une bielle ou à une tiraille, et l'on place dans le puits des caisses qui reçoivent l'eau d'une pompe et le pied de la suivante, et ainsi de suite jusqu'au point où est le moteur. C'est ainsi que sont faites et disposées les pompes en grand nombre qui assèchent les mines de Poullaouen.

Quand les pompes de mine sont en bois, on garnit leur intérieur d'un fourreau de cuivre, dans lequel on fait glisser le piston,

et cette pièce de cuivre, qui doit être parfaitement ronde et bien calibrée, s'insinue dans le corps de bois et facilite beaucoup le jeu du piston.

On est généralement dans l'usage de donner un plus petit diamètre au trou qui conduit l'eau au-dessous du piston, dans l'intention de diminuer la pression qu'il doit vaincre; mais c'est une erreur, dont on est revenu, et l'on doit donner un diamètre égal au *cœur* et au *corps* de ces pompes.

Il ne faut point oublier non plus que la longueur des pompes couchées n'influe point sur la pression que l'eau exerce à la surface d'un piston; on ne doit tenir compte que de la hauteur verticale, c'est elle seule qui exerce une pression, qui se multiplie par la surface du piston, et cette surface doit être proportionnée au volume d'eau que l'on veut élever. Une pompe de 8 pouces (0,22) de diamètre, par exemple, mue par une machine à vapeur, et donnant par minute douze impulsions seulement, élève en une heure 48 mètres cubes d'eau.

Il est dangereux d'adopter dans les mines un système de pompe dont le moteur ou le piston sont placés à l'extrémité inférieure du corps, parce qu'en cas de dérangement dans la machine, ou de suspension momentanée dans les travaux, l'eau couvre aussitôt la place où il faut travailler, et si le puits s'est rempli, on se trouve privé du secours

de la pompe précisément au moment où l'on en aurait le plus grand besoin. C'est ce que je reproche à la pompe à tubes mobiles, inventée par M. Binet, qui du reste présente plusieurs avantages, entre autres celui de pouvoir élever les eaux vaseuses sans qu'elle en éprouve aucun dérangement. Je me suis servi de cette pompe, qui, étant solidement établie et parfaitement confectionnée, produit un très-grand effet; mais on conçoit que, ne pouvant déplacer les tubes qui font l'office de pistons qu'après avoir complétement asséché le puits dans lequel on l'a placée, les réparations qui sont indispensables à toute espèce de machine, deviennent très-difficiles à exécuter, surtout au fond d'un puisard, où l'on n'est rien moins qu'à son aise, et où la plus petite opération devient pénible et coûteuse.

Les meilleures pompes de mine sont en fonte de fer, et se composent d'une suite de tuyaux qui se boulonnent les uns au-dessus des autres, et que l'on serre d'autant plus fortement que l'on place une rondelle de cuir épais entre chaque jonction, afin que les inégalités de la fonte ne puissent pas laisser du jour entre elles.

La place où l'on fait jouer le piston est alésée et parfaitement unie, et celles qui contiennent les soupapes, offrent des renflemens qui leur permettent de jouer sans diminuer le passage de l'eau.

Il faut, autant que possible, placer les pompes à côté des échelles (pl. XXVII, fig. 1, *a a*), afin que l'on puisse les visiter d'un bout à l'autre avec facilité, et resserrer les boulons sur les points où l'eau s'échapperait. On les attache au boisage avec des brides de fer, et on les soutient de place en place, afin que leur poids ne porte pas en entier sur ces liens. Il y a beaucoup de pompes en bois dans les mines d'Allemagne : on les établit dans l'atelier même, et quoiqu'elles ne soient jamais aussi solides que celles en fonte de fer, les ouvriers qui sont chargés de cette partie ont une telle habitude et une si grande adresse que ces pompes font un très-bon usage, et que l'on ne songe point à les remplacer par d'autres. L'avantage de pouvoir se suffire à soi-même, de tirer parti des bois droits que l'on a sous la main, l'empire de l'habitude, enfin, tout concourt à en maintenir l'usage et s'oppose à l'introduction des pompes en fer, qui sont généralement adoptées en France, et surtout en Angleterre, où elles sont mises en mouvement par des machines à vapeur.

Dans les montagnes on se sert de bois de mélèze pour faire le corps des pompes, et dans les pays de plaine on donne la préférence au chêne, le bois de Verne ou d'Aune étant rarement assez gros et assez droit pour pouvoir être percé sur 10 à 12 pieds, ainsi qu'on le fait ordinairement. Ces tuyaux sont cerclés en fer, et entrent les uns dans les au-

tres de 8 à 9 pouces. Mais comme c'est presque toujours aux jonctions que l'eau finit par s'échapper, je conseille d'assembler ces tubes au moyen de rondelles de fer plat dont les bords sont coupans, et dont le diamètre doit toujours être de 1 à 2 pouces plus grand que le canal : alors on fait les jonctions en plaçant une de ces rondelles coupantes entre les deux tuyaux que l'on veut joindre bout à bout, et, en frappant, le fer entre à la fois dans les deux tuyaux et s'oppose à toute filtration : ce moyen est excellent, j'en ai fait usage et m'en suis bien mieux trouvé que de l'autre.

En faisant forger des rondelles coudées ou légèrement obliques, on peut changer la direction des conduites d'eau, ce que l'on ne peut faire que très-imparfaitement quand les tuyaux entrent les uns dans les autres. Les rondelles ont encore l'avantage de ne point diminuer la longueur des corps, et d'épargner plus d'un pied de tuyau à chaque jonction.

On est dans l'usage de placer une grille ou un morceau de tôle criblé de trous sur l'ouverture par laquelle se fait l'aspiration, afin qu'il ne puisse point s'introduire de corps étrangers sous les clapets : mais cette précaution a l'inconvénient de boucher assez souvent le grillage et de nuire à l'aspiration, surtout quand elle se fait latéralement, parce que l'eau, arrivée à ce niveau et fortement

attirée par le vide, entraîne avec elle tous les corps qui flottent à sa surface, tels que du papier provenant des bourres, des coupeaux de bois, de la paille, etc. Il vaudrait donc mieux, selon moi, placer le trou d'aspiration en dessous, et couvrir toute la surface du puisard d'un grillage de fer, qui retiendrait tous les corps légers, capables de déranger le jeu des soupapes avant que l'eau fût abaissée au niveau du trou d'aspiration.

On fait marcher ces différentes espèces de pompes, tantôt avec des hommes, tantôt avec des chevaux ou des machines à molettes ou *calendres*, avec des machines à vapeur, à tiraille, etc.

Lorsque l'on fonce un puits ou une bure, on ne peut point établir de pompe à demeure jusqu'à la place où l'on travaille; elle serait continuellement dérangée et fracassée par les coups de mine, et cependant il arrive très-souvent que l'on trouve assez d'eau pour que le jeu d'une pompe devienne indispensable: alors on fait usage de la *pompe volante à cornet*, que les Allemands nomment *Spritze* (pl. VII, fig. 8). Elle se compose d'un premier tuyau de bois, au bout duquel on cloue solidement un morceau de gros cuir qui joue à charnière, et d'un autre tuyau, pareil au premier, dans lequel on fait jouer un piston d'une forme et d'une construction toutes particulières: c'est un cornet de cuir très-fort, dont le petit bout est cloué à l'extrémité d'une

tringle de bois, et dont le bord est attaché par des brides de cuir à ce même bâton, mais de manière à lui permettre de s'ouvrir assez pour remplir complétement l'intérieur du tuyau. Lorsque l'on veut se servir de cette pompe, on la met en place et l'on en consolide les différens corps avec des crochets de fer qui les réunissent et s'opposent à ce qu'ils puissent s'écarter. On enfonce le cornet jusqu'à la soupape; on jette un sceau d'eau par dessus pour l'amorcer, et on le tire et pousse alternativement à l'aide du bâton auquel il est attaché, et qui se termine par une traverse en béquille. Chaque fois que l'on enfonce le cornet, il se contracte et laisse passer l'eau tout autour, et dès qu'on le soulève il s'ouvre, remplit exactement tout l'intérieur du tuyau, force la soupape à s'élever en faisant le vide, et monte à chaque impulsion une assez grande quantité d'eau, qui sort par la gouttière qui termine la tête de la pompe. On peut donner jusqu'à 20 pieds à cette espèce de pompe, qu'un seul homme peut faire marcher, et qui peut se placer droite ou couchée, suivant le local. De cette manière on élève l'eau depuis le point où travaillent les mineurs jusqu'à la première caisse où trempe le pied des pompes qui sont en place, et comme elle est assez légère, on la met à l'abri des coups de mine toutes les fois qu'on tire près d'elle.

La planche VII, fig. 8, donne une idée de

ces pompes, que tous les mineurs tyroliens savent exécuter et mettre en place.

Les pompes ordinaires sont figurées et décrites dans tant d'ouvrages différens, que je ne m'étends pas davantage à leur sujet, et que je me dispense de les représenter de nouveau, renvoyant les ouvriers qui voudraient en prendre une idée plus juste et plus détaillée, aux ouvrages qui traitent ce sujet d'une manière spéciale, ou mieux encore au petit traité d'*hydraulique* qui fait partie de l'Encyclopédie populaire, dont chaque volume, orné de planches, ne coûte qu'un franc. [1]

§. 15.

Du cuvelage, du picotage et des autres moyens préservatifs employés contre les inondations.

Nous avons dit qu'il existe dans l'intérieur de la terre de grands amas d'eau, qui donnent naissance à une infinité de filets et de petits courans, qui circulent dans tous les sens et que l'on rencontre presque toujours quand on exécute des travaux souterrains. Les pompes suffisent ordinairement pour enlever l'eau produite par ces petites sources; mais quand on est assez malheureux pour

1 Encyclopédie populaire, ou les sciences, les arts et les métiers mis à la portée de toutes les classes; prix un franc le volume. A Paris, chez Audot, libraire, rue des Maçons-Sorbonne, n.° 11.

déboucher l'une des principales issues de ces grands réservoirs, les moyens ordinaires deviennent insuffisans : l'on doit recourir aux moteurs les plus puissans et ne rien négliger pour parvenir à boucher la voie d'eau que l'on a ouverte; car, si l'on était obligé de continuer l'épuisement, la dépense serait si considérable, qu'on serait forcé d'abandonner les travaux et de renoncer à l'exploitation.

Ces grands réservoirs ne sont pas les seuls amas d'eau qui contrarient les mineurs et entravent leurs travaux. Certaines rivières qui coulent sur des lits perméables s'infiltrent à une grande distance de leurs bords, et forment des espèces de lacs souterrains, qui ne sont retenus que par la présence de quelques bancs d'argile, mais qui se précipiteraient dans l'intérieur de la terre, si l'on venait à les percer sans précaution. La Tyne en Angleterre et l'Escaut dans la Flandre sont dans ce cas, et comme les terrains qu'elles inondent ainsi recouvrent des amas immenses de houille, l'homme a surmonté tous les obstacles qu'un tel état de choses lui opposait, est parvenu, à force d'art et de persévérance, à traverser ces lacs souterrains, à les maintenir par des digues, à s'en rendre absolument maître, et est allé s'établir à quelques cents pieds plus bas, pour y exploiter ces couches de houille que la nature avait si bien défendues.

Comme c'est au moyen du picotage et du

cuvelage que l'on est parvenu à traverser les terrains inondés qui recouvrent les belles mines de houille d'Anzin, je ne puis mieux faire, pour donner une idée de cette opération, que de rapporter, pour exemple, la manière dont on l'exécute dans ce vaste établissement, et comme M. d'Aubuisson l'a suivie avec tout le soin dont il est capable, et qu'il l'a décrite avec la clarté que l'on remarque dans tous ses mémoires sur l'art des mines, je rapporterai textuellement la description qu'il nous en a donnée, car les mots techniques ont peu de synonymes, et lorsqu'un procédé est bien décrit une première fois, il est à peu près impossible de le décrire de nouveau sans copier le premier texte [1], et il est de toute justice d'en prévenir le lecteur.

Les mines d'Anzin sont aux portes de Valenciennes, elles occupent trois mille ouvriers; les puits, qui varient de 600 à 1500 pieds de profondeur, sont desservis par quarante-huit machines à vapeur, dont trente-sept à moyenne pression de dix à seize chevaux, suivant le système de Chaillot, pour l'extraction de la houille, et onze à basse pression, de la force de quarante à cent-vingt chevaux, pour l'épuisement des eaux. Ces détails, que je dois à l'obligeance de M. Jennings, directeur général de ce bel établis-

1 Journal des mines, tom. XVIII, n.os 104 et 105.

sement, donnent une idée de son importance et sont faits pour justifier la préférence que je lui ai accordée en le choisissant pour exemple.

Le terrain houiller d'Anzin, qui est composé, comme partout ailleurs, de couches alternatives de grès plus ou moins fin, d'argile plus ou moins schisteuse et de houille, dont l'épaisseur varie de 1 à 3 pieds (0,33 à 1^{m}) seulement, est recouvert d'un système de couches de pierre calcaire et de glaise ayant 180 à 240 pieds (60 à 80 mètres) d'épaisseur; les eaux de filtration ne sont arrêtées et retenues que par une grande couche d'argile glaise d'un gris un peu bleuâtre, mêlée à un peu de terre calcaire, formant une pâte très-ductile dans l'eau, et qui est connue et désignée dans le pays sous le nom de *Dief*. Ces eaux forment donc au-dessus de cette couche, qui a plus de 50 pieds d'épaisseur (18^{m}), une espèce de lac ou de marais souterrain appelé *niveau* par les ouvriers.

Lorsque l'on veut atteindre les couches de houille par un puits, il faut passer à travers le niveau, et empêcher que les eaux ne se précipitent par le trou que le puits fait au milieu du *Dief* dans les excavations que l'on creuse au-dessous, et c'est là le but du *picotage* et du *cuvelage*, que l'on pratique avec succès dans les puits carrés d'Anzin, qui ont 7 à 9 pieds de côté.

« Lorsque l'emplacement d'un puits est dé-

« terminé, dit M. d'Aubuisson, on commence « à creuser dans le terrain d'alluvion et dans « les premières couches du terrain crayeux; « ce travail se fait sans difficulté et sans qu'on « soit incommodé par les eaux tant qu'on « est au-dessus de la vallée (de l'Escaut) : le « niveau commence à cette profondeur; pour « le passer, il faut, à mesure que l'on fonce, « épuiser toute l'eau que les sources et les « infiltrations, provenant des terrains adja- « cens, versent dans le creux que l'on fait : « il faut, à cet effet, que les machines soient « toujours capables d'en élever une quantité « au moins égale à celle qui peut arriver.

« Comme les eaux ne peuvent se rendre « d'un endroit à l'autre qu'en traversant et « en quelque sorte filtrant à travers la masse « de pierre qui plonge dans le *niveau*, il s'en- « suit qu'elles éprouvent d'autant plus d'obs- « tacles dans leur mouvement et qu'elles se « rendent par conséquent plus lentement, « ou, ce qui revient au même, en plus petite « quantité, dans le puits, que le terrain des « environs est plus compacte et plus serré; « ainsi plus un terrain est serré et plus on « passe le niveau avec facilité. »

C'est ainsi qu'on a mis trois ans à passer le *niveau* dans le puits nommé *Bleuse-Borne*, quoique l'on employât à l'épuisement trois machines à vapeur, dont deux de 60 pouces et une de 40, qui travaillaient continuellement et à la fois, et qu'en 1805 on passa

ce même niveau en quelques semaines, en fonçant deux puits éloignés seulement de 500 mètres de celui de Bleuse-Borne; ce qui prouve que le terrain était plus serré.

« Lorsqu'en creusant on est parvenu à un « banc de pierre calcaire nommé *le Gris*, « on établit le premier picotage : voici com- « ment se fait ce travail.

« On unit le fond du puits, ainsi que les « parois dans leur partie inférieure; on « creuse encore la partie centrale, de ma- « nière à ce que l'on ait au fond du puits « un creux central de 3 à 4 pieds de profon- « deur, qui sert de puisard, et dans lequel « les ouvriers entrent afin de travailler plus « commodément au picotage. Cela fait, on « pose un châssis ou grand cadre de bois sur « la partie du fond qui est restée plus élé- « vée que la partie centrale : ce châssis, que « l'on nomme *trousse à picoter*, est fait de « quatre pièces de bois de chêne bien équar- « ries et bien unies, qui ont 9 pieds de long « et 1 pied de large (3^m sur 0,33) sur 9 pou- « ces environ de hauteur; elles sont bien « assemblées, et le côté intérieur du carré « qu'elles forment a 6 pieds 9 pouces (2^m,23) « entre les faces extérieures du châssis et les « parois du puits : il règne tout autour un « espace d'environ 4 pouces (0,10) de large; « on place dans cet espace, et derrière chacun « des quatre côtés du châssis, une planche « de bois blanc, posée de champ; l'intervalle

« qui reste encore entre ces planches et les « parois est rempli de mousse, que l'on bourre « bien. On introduit ensuite de longs coins « de bois entre les planches et les côtés du « châssis, on les enfonce à grands coups de « masse, de manière à ce qu'ils pressent for- « tement contre les parois, les planches et la « mousse, qu'ils les impriment en quelque « sorte dans la pierre, et que le tout fasse « ainsi un ensemble bien assujetti contre ces « parois : tel est le picotage proprement dit.

« Le châssis à picoter étant bien établi, on « élève le cuvelage par dessus : celui-ci con- « siste en une suite de nouveaux châssis « également en bois de chêne bien équarri « et bien dressé, qui ont la même longueur, « sur 6 pouces 6 lignes (0,18) de large, sur « 8 à 10 pouces (0,2 à 0,3) de hauteur et « plus. Sur chacune de leurs faces extérieures « on cloue une bande de grosse toile, faite « avec de l'étoupe; elle a environ 7 pouces « de large (0,20), et est fixée de manière que « lorsqu'un châssis est en place, elle pend « devant le joint qui est entre ce châssis et « celui sur lequel il repose. L'intervalle qui « reste entre le cuvelage et les parois du « puits est ensuite rempli de *cendrées;* c'est « ainsi qu'on nomme le résidu qu'on ramasse « dans les fours où l'on cuit la chaux avec de « la houille; c'est un mélange de chaux vive « et de cendres de houille : on le délaye dans « l'eau; il durcit et acquiert au bout de quel-

« que temps la consistance du roc. La toile « d'étoupe qui est devant les joints, a pour « but de retenir cette cendrée et d'empêcher « qu'elle ne soit entraînée par l'eau pendant « qu'elle est encore molle. On élève de cette « manière le cuvelage jusqu'à l'orifice du « puits, et ensuite l'on étoupe avec soin tous « les joints, jusqu'à ce qu'il ne passe plus « aucun filet d'eau.

« Le premier picotage et cuvelage étant « terminé, on continue à foncer le puits, en « tenant les eaux toujours épuisées à mesure « qu'elles arrivent.

« On a soin de ne pas toucher à la partie « du roc qui est immédiatement au-dessous « du châssis à picoter; on en laisse subsister « une épaisseur de 2 pieds à 2 pieds 6 pouces « (0,66). Lorsqu'on est dans *la bonne pierre* « (qui est un calcaire gris très-tendre, à cas- « sure terreuse, à gros grain, mêlé d'argile et « de matière verte), on y établit un second « picotage, de la même manière que le précé- « dent; mais au lieu d'une simple *trousse à* « *picoter*, on en met deux, l'une au-dessus de « l'autre : l'inférieure est appelée *trousse* « *plate*, parce que le bois qui la forme n'a « que 6 pouces 6 lignes de hauteur, tandis « que la seconde en a 10 environ; quant « à sa longueur et à sa largeur, elles sont « comme celles du premier picotage. Les « deux trousses étant bien assujetties, on « élève par dessus un second cuvelage, sem-

« blable au premier : la seule différence, c'est « que le bois, au lieu de n'avoir que 6 pou- « ces 6 lignes de largeur, en a 9 (0,24). Lors- « qu'en élevant le cuvelage, on est parvenu « au massif de roc que l'on avait laissé sub- « sister sous le châssis du premier picotage, « on le fait tomber, et on met à sa place un « ou deux châssis de cuvelage : ce dernier « est appelé la *clef*. Les châssis étant placés, « on en étoupe les joints et ensuite l'on en- « fonce de gros coins de bois entre la clef « et le châssis à picoter qui est au-dessus, « afin de bien serrer les uns contre les au- « tres les châssis de cuvelage que l'on vient « de poser. Cela fait, on abandonne le puits, « on le laisse se remplir d'eau jusqu'à la hau- « teur du premier châssis à picoter, afin que « le cuvelage ait le temps de se bien asseoir, « et pour que l'eau de filtration, qui arrive « par derrière et qui tend à passer entre les « joints, n'ait pas la même force et n'entraîne « pas la cendrée avant qu'elle ait pris une « certaine consistance. Au bout de trois ou « quatre jours, on épuise les eaux, l'on re- « bouche soigneusement avec de l'étoupe « tous les endroits où l'on aperçoit quelque « filtration, et l'on serre encore les coins qui « sont entre la clef et le picotage supérieur, « afin que tous les châssis joignent bien et « que le cuvelage soit imperméable à l'eau.

« Ce travail fini, on recontinue le creuse- « ment du puits, et lorsqu'on est assez avant

« dans le banc *des cornus* (banc de craie « renfermant du silex), on établit encore « un picotage et un cuvelage pareils aux « précédens; on en établit un quatrième sur « le *premier bleu* (qui est un banc d'argile): « mais comme on est ici au-dessous du *fort* « *niveau*, et que le poids à soutenir est en « outre plus considérable, il faut lui donner « plus de force. A cet effet, au lieu de deux « châssis de picotage on en pose trois, l'un « au-dessus de l'autre; l'inférieur est une « *trousse plate*, pareille à celle dont nous « avons déjà parlé, et les deux autres ont 15 « pouces (0,42) d'épaisseur et 10 pouces de « hauteur: on les picote aussi fortement que « possible, et le cuvelage a 10 pouces d'épais- « seur au lieu de 8 qu'en avait le précédent. « Dans les deuxième et troisième *bleus* on « fait des picotages et cuvelages entièrement « semblables.

« Enfin, les derniers châssis de picotage, « ceux que l'on doit regarder comme le fon- « dement de tout l'édifice de charpente de « cette espèce de tour carrée qui revêt les « parois du puits, se posent dans ce banc de « *Dief* ou d'argile dont nous avons parlé ci- « dessus: on en met trois, comme dans cha- « cun des *bleus*; on leur donne les mêmes di- « mensions, et on les assujettit avec le plus « grand soin.

« Au-dessous de ces châssis le puits se « continue et se revêt comme dans les exploi- « tations ordinaires.

« On voit, d'après ce qui vient d'être dit,
« que l'ensemble de tous les châssis de pico-
« tage et de cuvelage présente comme une
« longue cuve carrée et sans fond, arrêtée
« à frottement dur par plusieurs de ses ban-
« des (*les trousses à picoter*) contre les pa-
« rois du puits. Comme l'eau du niveau ne
« saurait passer ni à travers le *Dief*, ni
« entre ce *Dief* et les châssis inférieurs de
« la cuve, à cause du picotage, il s'ensuit
« qu'elle entoure la cuve à l'extérieur et
« qu'on a une libre communication entre le
« jour et les excavations qui sont au-dessous
« du niveau.

« On sent d'après cela combien il est im-
« portant que tous ces cuvelages soient soli-
« des et faits avec soin; la plus petite négli-
« gence à cet égard, le moindre accident,
« si l'on n'y apporte un prompt remède, peut
« occasioner la ruine entière des exploita-
« tions, en y introduisant le lac souterrain
« qui est au-dessus: et comme presque tou-
« tes les exploitations communiquent entre
« elles, la ruine de l'une entraînerait infail-
« liblement celle des autres. Aussi le fonce-
« ment et le cuvelage des puits est-il peut-
« être le mieux soigné de tous les travaux
« que l'on fait dans les houillères d'Anzin;
« on y a une classe d'ouvriers uniquement
« occupés de cet objet: les bois que l'on
« emploie, sont tous de chêne bien choisi;
« ils ont 10 à 15 pouces d'équarrissage, et

« malgré cela, la pression latérale des eaux « est quelquefois si forte qu'elle courbe et « fait plier ces grosses pièces, ce qui oblige « à les soutenir et à les étayer avec de grosses « barres de fer.

« La cherté du bois dans le département « du Nord, les frais d'épuisement, le nombre « des ouvriers qu'il faut employer au fon- « cement des puits, etc., rendent ce travail « excessivement coûteux.

« On estime qu'un puits, avant d'avoir at- « teint la houille, revient à une centaine de « mille francs : il y entre pour 25 ou 30 « mille francs de bois, et le puits de la *Bleuse-* « *Borne*, dont nous avons parlé ci-dessus, « a coûté, dit-on, plus de 300,000 francs. »

Malgré toutes ces entraves, les mines d'Anzin, dont l'exploitation remonte à peine à cent ans et dont les couches sont d'une épaisseur assez médiocre, n'en sont pas moins celles de toute la France qui donnent les plus beaux résultats et les plus grands bénéfices à leurs actionnaires, tant il est vrai que l'art de bien exploiter et de bien administrer surmonte les plus grands obstacles et supplée au peu d'abondance des minerais.

Quand une source se fait jour par l'un des côtés du puits, qu'elle ne s'élève pas du fond et que l'on tient à en continuer le foncement, on fait usage d'un cuvelage partiel, qui produit de bons effets.

On entaille la roche qui doit recevoir le

premier tampage de manière à l'encastrer en partie dans le roc; on lui fait un lit de terre grasse mêlée d'étoupe, et on le consolide entre deux mortaises ou rainures au moyen d'un serrage pareil à celui dont nous avons parlé en traitant du boisage des puits. A un pied ou 15 pouces plus loin, en allant vers la paroi du puits d'où sort la source, on place un second tampage, pareil ou premier, et qui laisse un vide entre lui et celui qui a été posé en avant, que l'on remplit de terre grasse humide et bien damée. Sur ces deux premiers tampages on en élève successivement dix ou douze, plus ou moins, en ayant soin de bien remplir l'entre-deux avec l'argile : arrivé au-dessous de la roche solide, on place les deux derniers tampages, mais on réserve au-dessous d'eux la place de deux pièces, à peu près semblables aux tampages, pour l'épaisseur que l'on nomme la clef, qui sont taillées en coin et que l'on serre au moyen de trois boulons à écroux, qui font entrer les deux clefs de force, et qui serrent les tampages de plus en plus entre le roc qui a été taillé pour recevoir le premier et celui qui forme une espèce de toit au-dessus. C'est au moyen de cette espèce de picotage, qui a été exécuté avec succès à la mine de Chessy, que l'on est parvenu à se débarrasser d'une source coupée par un puits, qui était tarie à la surface et que l'on réussit à faire remonter au jour comme avant

qu'on ne l'eût détournée. Rien n'empêcherait d'établir un pareil cuvelage tout à l'entour d'un puits, mais comme le bois est double, il serait encore plus coûteux que celui d'Anzin.

Les *digues souterraines*, dont nous avons décrit l'usage en parlant de l'exploitation des terres salées, sont employées dans certaines circonstances pour soutenir les eaux dans un étage supérieur et pour empêcher qu'elles ne se précipitent dans la plus grande profondeur des travaux : on proportionne leur force et leur épaisseur à la masse et à la poussée qu'elles doivent supporter; mais pour l'ordinaire ces espèces de barrages se composent de deux rangs de tampages profondément engagés dans les coulisses entaillées dans la roche, entre lesquels on dame de la terre grasse. Le tout est consolidé par une clef analogue à celle du cuvelage que nous avons décrit ci-dessus, et quand les circonstances l'exigent, on met deux ou trois de ces barrages les uns devant les autres; et en effet on ne saurait donner trop de soins et prendre trop de précautions dans la confection de ces digues, puisque la vie de tous les ouvriers qui travaillent au-dessous en dépend immédiatement. C'est la rupture d'une de ces digues qui causa l'événement de la mine de Beaujon, qui eût été fatal à un grand nombre d'ouvriers, sans le courage et le dévouement du maître mineur Goffin,

qui fut récompensé par la croix de la légion d'honneur.[1]

Toutes les fois que l'on peut arrêter les eaux d'une source à une certaine hauteur et les empêcher de descendre jusqu'au fond des ouvrages, il ne faut pas balancer à faire tout ce qui est nécessaire pour les retenir soit dans des travaux abandonnés, soit dans une cavité faite exprès et dont on barre l'entrée par une digue. Par ce moyen on est dispensé d'épuiser les eaux à une très-grande profondeur, et l'on peut diminuer la force qui doit faire marcher les pompes.

Parmi les exploitations sous-marines qui sont en pleine activité sur les côtes du Cornouailles, il est probable que l'on aura eu quelques infiltrations à combattre, puisqu'il en est qui sont si voisines du fond de la mer, que les mineurs entendent le bruit des galets agités par les flots qui sont sur leurs têtes. La mine sous-marine de Wherry, dont l'entrée n'était découverte qu'à marée basse, et qui fut exploitée par un mineur seul, en est un des principaux exemples.

---

1 Le 28 Février 1812, Hubert Goffin, maître mineur à Beaujon près Liége, s'ensevelit volontairement avec soixante-dix de ses ouvriers, parmi lesquels était son fils Matthieu Goffin, âgé de douze ans : il ne voulut jamais les quitter quand il le pouvait encore, et resta cinq jours et cinq nuits dans les travaux, d'où ils furent tous sauvés miraculeusement, et d'où il sortit le dernier. *Je veux*, disait-il, *les sauver tous ou ne pas leur survivre.*

Lorsqu'on soupçonne qu'une mine a déjà été fouillée, et que l'on ne connaît pas exactement la situation des vieux travaux par rapport à ceux que l'on exécute, il est prudent et même indispensable, quand on chasse une galerie qui est au-dessous de l'écoulement naturel, au fond d'un puits par exemple, de se faire précéder par un coup de drague d'un pouce de diamètre et de 12 à 15 pieds (4 à 5^{m}) de long, que l'on approfondit à mesure que l'on avance, afin de ne pas s'exposer à être inondé si l'on venait à ouvrir une grande issue à l'eau, dont les vieux ouvrages sont presque toujours pleins. La sonde peut être également employée à la recherche de ces eaux qui menacent les ouvriers; mais comme cet instrument se manœuvre assez difficilement dans une galerie, et que son diamètre est déjà un peu fort pour déboucher un grand réservoir, je conseille plutôt l'usage de la drague, à laquelle on peut donner jusqu'à vingt pieds de longueur. De légers suintemens, la nature du dépôt fait par les eaux, le son particulier que rend la roche, quand on la frappe avec le marteau, sont les indices du voisinage des travaux inondés, et les mineurs qui ont une longue pratique les connaissent parfaitement et ne s'y trompent guère.

Enfin, si, après avoir foncé un puits à une certaine profondeur, on se décide à donner un coup de sonde au fond avant de l'aban-

donner, et que l'on vienne à rencontrer une source jaillissante, il ne faut point retirer la sonde, puisqu'elle bouche une bonne partie du trou, et il faut s'empresser de faire préparer des tuyaux, afin de tenter de porter cette source jusqu'à la bouche du puits et de s'en débarrasser. Si l'on ne prenait point ce parti, le puits se remplirait d'eau très-rapidement et il serait fort difficile de le mettre à sec. Ce fait, qui vient d'arriver aux environs de Toulon, se rattache à l'histoire des puits artésiens, dont nous avons parlé en traitant de la recherche des eaux en général.

Les *molières*, que l'on rencontre dans les mines de Lignite de la Provence, sont des amas d'argile qui prennent la place du combustible, qui en interrompent les couches et qui s'imprègnent d'eau de manière à inonder les travaux tout à coup, et surtout en hiver. Ce sont des espèces d'éponges, qui gardent l'eau pendant l'été et qui la cèdent avec profusion en hiver. Jusqu'ici l'on n'a adopté aucun moyen suffisant pour se garantir de l'effet de ces *molières*, qui ont assez d'analogie avec le *Kurzawska* que l'on rencontre dans les mines de la haute Silésie, et qui consiste en une terre bleuâtre, spongieuse, qui jouit de la singulière propriété d'absorber toute l'eau et l'humidité du terrain, d'assécher les campagnes, de la retenir à peu près comme une éponge, et de la verser ensuite dans les nombreuses excavation souterraines de la contrée. (D'Aubuisson.)

DE L'AÉRAGE DES MINES, ET DES MOYENS DE SE PRÉSERVER DES MOFETTES, DU FEU GRISOU ET DE TOUTES LES VAPEURS MALFAISANTES.

Le gaz acide carbonique, l'azote et l'hydrogène, sont les trois principaux corps qui contribuent chacun en particulier à gâter l'air que l'on respire dans les mines, et à le rendre impropre à entretenir la lumière et la vie, en se mêlant à lui dans des proportions plus ou moins fortes, ou en se combinant ensemble.

§. 16.

Du gaz acide carbonique.

Le *gaz acide carbonique*, auquel on a donné plus particulièrement le nom de *mofette*, et que l'on appelle *la force* dans les mines de la Loire, se dégage de l'intérieur de la terre dans une infinité de lieux différens, et quelle que soit la nature des roches ou des minerais dans lequels on travaille : il s'amasse dans les galeries tortueuses, dans les descenderies ou dans les puits, et on le reconnaît facilement par sa proprieté de troubler l'eau de chaux et de la rendre laiteuse; expérience qui se fait au moyen d'une bouteille remplie d'eau, que l'on vide dans l'endroit de la mine où l'on présume que l'air est le plus mauvais, dans laquelle on verse ensuite un ou deux verres d'eau de chaux, et que

l'on agite après l'avoir bien bouchée : si l'air dont la bouteille s'est remplie à mesure que l'eau s'est écoulée, contient du gaz acide carbonique, l'eau de chaux, de parfaitement claire qu'elle était, deviendra blanche et laiteuse au bout de quelques minutes. Quand ce gaz est concentré, il éteint subitement la lumière et asphyxie les hommes qui le respirent; mais quand il ne fait que se mêler au bon air, on s'en aperçoit dans les mines à une légère odeur de pomme, à la couleur rouge de la flamme des lampes, dont on est obligé de tirer la mèche, afin d'en augmenter le volume, et qui, malgré cette précaution, s'éteint par le plus léger mouvement; on remarque que les narines se bouchent promptement de suie noire, et si l'on séjourne quelques heures dans cet air altéré, on éprouve un mal de tête plus ou moins fort.

Lorque la lumière ne s'éteint pas subitement, et qu'elle ne cède que par suite d'un léger mouvement, on peut rester et même travailler au milieu de cet air, qui est mauvais cependant, mais qui n'est point encore assez chargé de carbone pour pouvoir causer l'asphyxie.

Je me suis trouvé forcé de relever une galerie dans laquelle il m'était impossible de conserver de la lumière, où j'éclairai le limbe de ma boussole avec quelques vers luisans. Dans une circonstance semblable, M. l'ingénieur Ryan fit usage de phosphore

de Canton. En pareil cas il ne faut point entrer seul, se hâter de sortir, et avoir la précaution de se faire attacher au bout d'une corde, afin que l'on puisse vous retirer au besoin.

Comme le gaz acide carbonique est plus lourd que le bon air, c'est toujours par le fond des puits ou par le sol des galeries qu'il commence à le gâter, puis il monte avec le temps, et de proche en proche, jusqu'à une faible distance de l'orifice supérieur.

C'est particulièrement pendant les jours chauds et orageux de l'été qu'il s'élève davantage dans les puits, tandis qu'il descend et disparaît quelquefois complétement en hiver, pendant les nuits fraîches ou dans les jours de grand vent. J'ai observé tous ces mouvemens pendant plusieurs années dans un puits de recherche du Lardin, département de la Dordogne, où l'air se gâtait régulièrement dans la première quinzaine de Mai, et montait dans le courant de l'été jusqu'au troisième cadre. Le gaz acide carbonique se trouve non-seulement dans les mines, mais aussi dans quelques cavernes naturelles, parmi lesquelles on cite la fameuse grotte du chien près Naples. Il est susceptible de se combiner avec l'eau et quelques autres liquides, de les faire mousser, en les rendant plus ou moins agréables au goût : c'est à lui que la bière, le vin de Champagne, la cla-

rette de Die et tous les vins mousseux doivent leur qualité particulière.

§. 17.

Du gaz azote.

Le *gaz azote*, qui entre déjà pour 78 centièmes dans la composition de l'air atmosphérique que nous respirons, s'y accumule quelquefois en plus grande proportion, et devient alors tout aussi funeste à ceux qui le respirent, que le gaz acide carbonique. L'azote n'a point d'odeur, il éteint les lampes subitement, et ne fait point blanchir l'eau de chaux; ce qui le distingue nettement d'avec le précédent, qui lui donne l'aspect laiteux.

Le *mouquet* ou le mauvais air, qui se trouve dans les mines de *lignite* de la Provence, se manifeste principalement pendant les chaleurs, dans les cantons mal aérés, voisins des vieux travaux, des eaux croupissantes et des amas de lignites terreux : il est plus fort, toutes choses égales d'ailleurs, dans le voisinage des charbons argileux, etc. On le reconnaît à la flamme des lampes, qui devient rougeâtre, alongée, vacillante, et qui finit par s'éteindre. Les mineurs le distinguent à son odeur piquante, à la pesanteur de la tête, au sifflement des oreilles, au gonflement et à l'endurcissement du bas-ventre, à l'oppression de la poitrine, à une espèce de tremblement dans les muscles des cuisses et des jambes,

à un affaiblissement qui réclame les secours les plus prompts, etc. Les victimes du mouquet, qui paraît être un mélange de gaz acide carbonique et d'azote en diverses proportions, ont toujours offert le ventre gonflé et tendu comme celui des noyés. Le chlorure de chaux humide, placé à plusieurs reprises dans des travaux infestés par le mouquet, a produit une amélioration sensible (communiqué par M. Gindre, directeur des mines d'Auriol, Bouches-du-Rhône).

Quant aux vapeurs *arsenicales* et *mercurielles*, elles sont particulières aux mines qui contiennent ces métaux; mais comme leurs effets sont pernicieux, on ne doit rien négliger pour les noyer dans une grande masse d'air atmosphérique, ou pour les chasser hors des travaux par un courant d'air actif.

§. 18.

De l'hydrogène.

Le *gaz hydrogène carboné* des mines, que l'on nomme *grisou*, *feu grisou* ou *feu sauvage*, suivant le pays, est presque toujours mêlé à une certaine dose d'azote ou d'acide carbonique, qui le rend moins combustible. Cent pouces cubes de ce gaz ne pèsent que dix-neuf grains environ (1 gramme), et c'est à cause de cette grande légèreté qu'il tend toujours à s'élever.

L'*hydrogène* ou *grisou* sort de la houille

avec un petit bruissement et un léger pétillement, non-seulement quand ce combustible est en couche, mais encore quand il est détaché et que la tombée est faite. Il sort quelquefois de certaines places avec une telle abondance, que l'on peut adapter des tuyaux sur ces *souffleurs*, et le conduire dehors avec des boyaux de cuir, d'où il jaillit en produisant un jet que l'on peut allumer. Il se rencontre aussi dans quelques salines, mais c'est plus particulièrement des houilles très-grasses et très-friables qu'il transsude avec le plus d'abondance, c'est pour cette raison que ces excellentes houilles valent beaucoup moins que d'autres pour la fabrication du gaz dans les thermolampes, et cela parce que l'hydrogène s'échappe et que ces houilles en donnent fort peu à la distillation.

On a remarqué que l'hydrogène augmente d'intensité, lorsqu'on approche d'une faille, d'un brouillage, d'un renflement, et en général de toutes les places où la houille et le schiste qui lui sert de toit, sont friables et fendillés. Alors il devient sensible à l'œil: il se présente sous la forme d'une légère vapeur blanchâtre qui se tient au plafond des galeries, comme étant plus léger que l'air atmosphérique; d'autres fois il forme des espèces de bulles ou de ballons enveloppés d'une légère pellicule, que l'on peut comparer à une toile d'araignée, qui fait la même impression sur le toucher, et que les mineurs

s'empressent d'écraser entre leurs mains, avant qu'ils ne passent au-dessus des lumières, où ils feraient explosion. Enfin, toutes les fois que ce gaz s'accumule dans une partie des travaux où l'air est stagnant, et qu'il parvient à former plus du treizième de la masse, il devient susceptible de s'allumer à l'approche de la flamme des lampes et de produire des explosions qui brûlent les ouvriers, qui bouleversent les travaux, et qui, après avoir causé tous ces désastres, transforment subitement l'air des galeries en gaz délétères, qui frappent de mort quelques instans plus tard les malheureux ouvriers que le feu et la commotion avaient épargnés. Soixante-huit mineurs, qui avaient échappé à la commotion et à l'inflammation du grisou qui eut lieu le 10 Janvier 1812, dans la houillère du Horlot près Liége, furent asphyxiés par le gaz résultant de la combustion, qui s'était répandu dans les travaux.

On ne peut s'opposer à la production de ces trois gaz, puisqu'on ignore la cause de leur formation. On sait bien qu'un grand nombre d'hommes rassemblés dans un petit espace et renfermés avec des lumières, suffisent pour gâter l'air et le rendre impropre à la vie; mais cette cause n'est qu'accidentelle dans les mines, et s'il n'en existait pas d'autres, il serait aisé d'y remédier. Malheureusement il n'en est pas ainsi; car ces gaz sortent du sein de la terre, s'accumulent et se re-

nouvellent si rapidement que, si l'on n'a pas un moyen puissant pour les entraîner au dehors ou les noyer dans une grande masse d'air atmosphérique, le danger se représente quelques heures après qu'on est parvenu à l'éloigner.

§. 19.

Cheminées, conduits et cloisons d'aérage, ventilateurs et fourneaux d'appel.

Tous les moyens d'aérer les mines ou de les débarrasser des gaz qui sont impropres à entretenir la lumière, se réduisent donc jusqu'à présent à introduire de l'air extérieur dans les travaux par une ouverture quelconque, et à le forcer à en sortir par une autre, de manière à noyer le carbone, l'azote et l'hydrogène dans un courant de bon air infiniment plus puissant qu'eux.

Ainsi, tout l'art d'aérer les mines consiste à faire en sorte de favoriser cette espèce de circulation, de la produire par un moyen quelconque, si elle ne peut pas s'effectuer naturellement, et de mettre à profit toutes les circonstances qui peuvent la faciliter: toutes choses qui ont l'air fort simples et fort aisées à exécuter, et qui offrent cependant de grandes difficultés dans la pratique, surtout par rapport au *feu grisou*, dont les effets sont déplorables.

La différence de pesanteur spécifique entre l'air chaud et l'air froid, qui fait que le

premier tend à s'élever et que l'autre se tient toujours au-dessous, comme le plus lourd, est un des grands moyens d'aérage; aussi il suffit quelquefois d'élever artificiellement la température d'un des puits de la mine, ou simplement celle d'un de leurs compartimens, pour qu'il s'établisse un courant d'air qui se précipite par une des entrées et qui sort par une autre. Quand cette circulation est naturelle, on remarque que sa marche est inverse, en été et en hiver (pl. XXVIII, fig. 1): en été, l'air extérieur entre par le puits CB, et se rafraîchit, tombe dans la galerie AB, et s'écoule de la même manière qu'un liquide; en hiver, l'air extérieur entre par la galerie AB, s'y réchauffe, et s'échappe par le puits BC. Dans une galerie qui n'a qu'une issue, ce courant s'établit aussi: en été, l'air extérieur, qui est plus chaud, entre par en haut et s'écoule par le bas, après s'être rafraîchi dans la galerie; en hiver, l'air entre par le sol et s'échappe par le haut (pl. XXVIII, fig. 2).

Les différens gaz qui sont susceptibles de se former dans l'intérieur des mines, tendent à s'échapper par la partie supérieure d'une galerie inclinée, ou à s'écouler dans le fond à la manière d'un liquide: la figure 3 présente le tableau de cette double marche, qui est fondée sur la pesanteur spécifique de ces différens fluides. (Communeau, mémoire inédit sur le mouvement de l'air dans les mines.)

Quand une mine présente déjà plusieurs puits ou galeries débouchant à la surface de la terre, on parvient aisément à établir la circulation de l'air tout à travers les travaux, en le forçant à parcourir toutes les excavations au moyen de portes battantes, qui l'empêchent de suivre le plus court chemin, et cet effet est d'autant plus facile à obtenir, que les entrées de ces puits et de ces galeries débouchent à des niveaux différens. Mais on doit bien penser que le mauvais air se déclare et manifeste sa présence avant que les travaux ne soient arrivés au point où il devient aisé de les faire communiquer. Il arrive presque toujours que l'on rencontre le mauvais air avant de pouvoir lui donner une issue naturelle, et c'est alors que l'on est forcé de recourir aux *cloisons*, aux *conduits*, aux *ventilateurs*, aux *fourneaux d'appel*, etc.

Les *cloisons d'aérages* éparent, comme nous l'avons déjà dit en parlant du boisage des puits, la case des échelles d'avec celle des tines : elles se composent de planches bien assemblées à languettes, calfatées avec la mousse, et on les fait ordinairement dépasser de deux mètres le niveau de la bouche du puits, afin que le vent ne puisse pas s'opposer au jeu de la circulation de l'air, qui s'établit tout naturellement entre la grande et la petite case, et qui suffit très-souvent pour maintenir le bon air jusqu'à une très-grande profondeur. Le courant est quelque-

fois si vif dans le puits d'échelle, que l'on a peine à y conserver de la lumière et que l'on est obligé de fermer la trappe d'entrée. Plus il y a de différence entre la température extérieure et celle du fond d'un puits, et plus cette circulation est active; aussi la fumée des lampes et de la poudre n'incommode pas les mineurs: on remarque seulement que la direction du vent, la température et d'autres circonstances accidentelles changent le sens du courant d'air; car tantôt c'est par le puits d'échelle que le bon air se précipite dans la mine, et tantôt, au contraire, c'est par cette même issue que s'échappent les fumées. Il y a des mines où l'on a pratiqué des cloisons d'aérage qui servent de plancher aux rouleurs, et l'on fait communiquer ces conduits horizontaux avec la cheminée ou le puits d'aérage. Mon ami, M. Communeau, m'a communiqué un travail du plus grand intérêt sur le mouvement de l'air dans les mines et sur les moyens de les aérer: je regrette que son étendue ne me permette pas de l'insérer ici tout entier, et comme il est bien certainement destiné à figurer un jour dans les Annales de physique et de chimie, je me ferais scrupule de le dénaturer, en n'en donnant qu'un simple extrait.

Les *conduits ou tuyaux d'air* se font avec des planches ou avec des arbres forés: on donne aux tuyaux carrés 6 à 8 pouces de côté en dedans, et 4 à 6 seulement de diamètre aux

tuyaux ronds : on les assemble comme le corps de pompe, et on les élève à quelques mètres au-dessus de la bouche des puits, en les terminant par une espèce de girouette qui présente toujours leur ouverture au vent. D'autres fois on les fait communiquer avec des ventilateurs, avec de gros soufflets et même avec de petites machines soufflantes, que l'on fait marcher de temps à autre, ou continuellement si l'aérage l'exige. Tel est le ventilateur du Hartz, qu'un enfant fait marcher au moyen d'un levier. Par ce moyen, on chasse de bon air dans les travaux ; mais pour peu qu'ils soient étendus, il devient bientôt insuffisant, surtout si les *porte-vents* sont étroits et d'une certaine longueur ; car le frottement de l'air dans l'intérieur de ces tuyaux suffit pour en paralyser en partie les effets. J'ai cependant employé plusieurs fois différentes espèces de ventilateurs avec assez de succès, mais toujours pour aérer de petits espaces. Ils sont encore en usage dans les mines de Rive-de-Gier et ailleurs.

Les *cheminées d'aérage* sont des percemens plus ou moins verticaux, étroits, qui se font ordinairement de bas en haut, et qui ont pour but d'aérer des travaux inférieurs, en les faisant communiquer avec des ouvrages supérieurs ou même avec le jour. Comme ces couloirs n'ont ordinairement que 3 ou 4 pieds de diamètre ou de côté, on n'est pas toujours forcé de boiser ; mais quand la roche

est éboulense, on la soutient par des tampages et des cadres pareils à ceux des puits, mais plus petits et plus minces. L'on donne aussi ce même nom aux tuyaux que l'on élève au-dessus des puits pour en prolonger l'ouverture et activer la circulation de l'air.

Les *fourneaux d'appel* (pl. XXIX, fig. 1) sont des appareils que l'on place à l'extrémité supérieure des tuyaux d'aérage dont nous venons de parler : ils se composent d'un cendrier, d'une grille, d'une chauffe ou foyer, et d'une cheminée plus ou moins haute. Le tuyau d'aérage, dont l'extrémité inférieure plonge jusqu'au fond du puits ou jusqu'au bout de la galerie, vient déboucher sous la grille qui porte le combustible, et se termine par un bout en fer, afin qu'il ne s'enflamme pas : on bouche hermétiquement le cendrier et la chauffe avec des portes lutées de terre grasse mêlée de crotin de cheval, de manière à ce que l'air qui est indispensable à la combustion ne puisse être fourni que par le tuyau, qui va l'aspirer au fond de la mine, et comme il est aussitôt remplacé par de bon air, qui se précipite dans les travaux pour aller rétablir l'équilibre, il se forme un courant qui permet aux ouvriers de travailler sans être exposés ni même incommodés.

Ces fours, qui ont les plus grands rapports avec l'appareil pyropneumatique inventé par MM. Cadet Devaux, Laborie et Parmen-

tier, peuvent s'adapter aux puits abandonnés, et dans lesquels on ne saurait pénétrer à cause du mauvais air. Mais dans ce cas il faut se servir de plusieurs tuyaux de cuir ou de toile imperméable, que l'on descend dans le puits, et qui viennent se réunir en un seul qui débouche sous la grille; quelques heures de feu suffiront souvent pour produire l'effet désiré.

On remarquera que l'effet des fours d'appel est bien plus efficace que celui des ventilateurs, puisqu'ils agissent directement sur le mauvais air, qu'ils enlèvent, et que les ventilateurs ne font autre chose que d'introduire un excès de bon air, sans forcer les gaz, plus lourds, à évacuer la place qu'ils infectent. Suivant M. Communeau, la combustion d'un kilogramme de houille dans un four d'appel force 134 kil. d'air à sortir de la mine, et 134 kil. d'air pur à s'y précipiter: or, les meilleures machines soufflantes ou aspirantes sont loin de produire un semblable déplacement. M. de Cressac, ingénieur en chef des mines, m'a cependant assuré qu'il était parvenu à forcer le mauvais air et la fumée à sortir d'un puits, en faisant tourner le ventilateur dans le sens contraire, et il paraît qu'on emploie le même moyen dans la mine de sanguine de Katzenellenbogen dans la principauté de Nassau, où l'on se débarrasse du mauvais air par une ventouse aspirante.

Les fours d'appel sont peu dispendieux à

établir ; mais pour en tirer tout le parti possible, on doit tâcher de les doubler d'une chemise de brique, afin que l'air ne puisse pas pénétrer dans la chauffe par les crevasses des murs, qu'il faut bâtir avec du mortier de terre grasse et crépir extérieurement à chaux et à sable.

On augmente leur énergie, en exhaussant la cheminée de quelques pieds et même de quelques mètres, ce qui suffit pour produire un tirage beaucoup plus fort et activer la combustion quand on vient à s'apercevoir que le bois se convertit en charbon, la houille en coak, ou que l'on éprouve des difficultés à établir le courant.

Voici les dimensions des fours d'aérage que j'ai fait établir à l'orifice de plusieurs mines, et dont j'ai obtenu de bons effets.

Cendrier rond de 10 pouces de diamètre (0,27) et de 2 pieds (0,66) de haut jusqu'à la grille. Chauffe ronde du même diamètre que le cendrier, surmontée d'une petite voûte et d'une cheminée : hauteur de la chauffe depuis la grille jusqu'à la naissance de la cheminée, 18 pouces (0,50); diamètre de la cheminée, un pied à la base et 8 pouces au sommet.

Hauteur totale du four depuis le sol jusqu'à l'issue des fumées, 7 pieds (2^m, 33).

Épaisseur des murs, 2 pieds, y compris la chemise de brique (0,66).

Porte de la chauffe, 9 à 10 pouces carrés.

Porte du cendrier, 18 pouces de haut sur un pied de large environ (0,50 sur 0,33).

Lorsque l'on brûle du bois bien sec ou de bonne houille, dont la cendre tombe à travers les barreaux de la grille, on peut charger le four par le haut de la cheminée au moyen d'un bout d'échelle et d'un petit échafaud, et cela évite d'ouvrir la porte et de recommencer à luter à chaque instant.

Ces fours, qui sont quelquefois remplacés par des grilles à feu, que l'on suspend dans un puits d'aérage, afin d'en échauffer l'air et de le forcer à circuler, présentent quelque danger, lorsqu'il s'agit d'absorber du grisou et que l'on a l'imprudence de placer ces foyers dans l'intérieur même des travaux; car il peut arriver qu'au moment où il passe sur la grille, il soit encore en assez forte proportion pour faire explosion et causer de grands accidens. M. Chevremont a paré à cet inconvénient, en plaçant en avant du foyer un châssis garni de toile métallique de la même finesse que celle des lanternes de Davy, ce qui s'oppose à la propagation de l'inflammation du gaz dans l'intérieur des travaux. Malgré cela, on doit s'empresser d'établir un aérage naturel par une bonne disposition des travaux et par l'ouverture de deux puits au moins, que l'on fait creuser à la fois, afin d'arriver plus promptement au but que l'on veut atteindre, et c'est là réellement ce que l'on peut appeler *aérage*, puisqu'il pro-

duit son effet sans le secours d'aucune machine et que tous les autres moyens mécaniques ne sont que des palliatifs, dont les bons effets cessent tout aussitôt qu'on en suspend le jeu.

L'art d'aérer les mines et les houillères en particulier, consiste en premier lieu à diriger les travaux avec la plus grande régularité possible, à éviter les galeries tortueuses, et enfin à forcer le courant d'air atmosphérique qui se précipite par l'un des puits, à passer sur toute la surface de la taille qui est en exploitation, et où se trouvent réunis tout à la fois le plus grand nombre d'ouvriers, le plus grand nombre de lumières et la plus forte émission d'hydrogène. On y parvient en menant l'*aérage vif* et *serré*, c'est-à-dire en s'opposant à ce que le bon air que l'on introduit avec abondance ne vienne à se perdre et à s'éparpiller dans des fissures, que l'on a soin de boucher par l'*estapage* ou remblai soigné, qui se pratique avec intelligence dans les mines de Mons, du pays de Liége, du Hainaut, etc., et en obligeant l'air mêlé de grisou à sortir des travaux par le plus court chemin possible, en suivant une route par où les ouvriers ne sont plus forcés de passer.[1] M. James Ryan, ingénieur de mines anglais, a imaginé un nouveau mode d'aérer les mines de houille qui sont sujettes au grisou;

1 Baillet, Journal des mines, n.° 18.

car, ce gaz offrant beaucoup plus de danger que les autres, c'est au moyen de s'en garantir que l'on s'est principalement attaché. Des hommes brûlés et étouffés par l'inflammation ou fracassés par l'explosion de ce fléau des mines, et ces catastrophes devenues si fréquentes, c'en était trop pour ne pas attirer les méditations et la sollicitude de ceux qui font le bien sans bruit et sans ostentation, et qui trouvent leur bonheur à faire celui des autres. « Obligé par ma profession, dit « M. Ryan, d'être fréquemment témoin de ces « scènes de douleur, l'humanité me fit cher- « cher de bonne heure à mettre à profit l'ex- « périence que la pratique m'avait donnée, et « les meilleurs moyens de prévenir des acci- « dens si terribles dans leurs effets. Ce que je « propose est le résultat de treize années de « méditations et de neuf essais rigoureux [1]. » Ici M. Ryan entre dans des détails très-multipliés avant de décrire son procédé, qui consiste à établir une galerie circulaire, supérieure à tous les travaux d'une mine quelconque, et à les faire communiquer avec cette espèce de chapiteau gigantesque à l'aide de cheminées ou de trous de sonde. Ce grand récipient communique lui-même avec deux puits qui débouchent au jour. On voit que cette méthode d'aérage est fondée sur ce que le *gaz hydrogène carboné* tend toujours, en raison de

1 Extrait du *Repertory of arts*, 1818.

sa légèreté, à occuper la partie supérieure des travaux, et comme il n'est pas toujours aisé de déterminer rigoureusement dans une galerie quelle est la zone d'air dans laquelle on peut impunément porter la lumière, M. Ryan a obvié à ce grand inconvénient en préparant d'avance des issues à ce grisou et un lieu d'entrepôt, d'où il est aspiré par les puits d'aérage : de cette manière les travaux en activité sont purgés du mauvais air et ne présentent aucun danger.

Malgré toutes ces précautions et tous ces moyens d'établir des courans d'air qui entraînent ou qui neutralisent le gaz inflammable ou le grisou des mineurs, il n'en est pas moins constant que dans une foule de circonstances il devient tout-à-fait impossible d'éviter sa présence, et avant que sir Humphry Davy eût inventé sa lampe de sûreté, on était réduit à porter le feu une ou deux fois par jour dans les lieux où le grisou s'accumulait, et cette opération périlleuse exigeait qu'un homme masqué et couvert de cuir, nommé *pénitent* en France et *fireman* en Angleterre, pénétrât, en se glissant à plat ventre jusqu'au milieu du danger, et déterminât de terribles explosions au moyen d'une lumière fixée à l'extrémité de plusieurs baguettes attachées les unes au bout des autres. Pendant fort long-temps on n'avait pas même imaginé le moyen d'allumer le grisou avec une détente et une amorce, en sorte que, si, par une cause quel-

conque, on était obligé d'abandonner les travaux pendant quelque temps, le gaz s'y accumulait avec tant d'abondance qu'il n'était plus possible d'y porter le feu sans exposer les hommes et les travaux aux plus grands dangers: c'est cependant encore là le seul moyen préservatif employé dans quelques exploitations qui sont confiées à des mains engourdies, qui se cramponnent aux vieux procédés et qui repoussent obstinément ce qui est bon, par cela seul que c'est nouveau.

§. 20.

De la lampe de sûreté de M. Davy, perfectionnée par M. Chevremont.

La lampe ou plutôt la lanterne de sûreté du célèbre Davy, à qui les mineurs devront une reconnaissance éternelle, se compose, comme on le voit pl. XI, fig. 1 et 5, de trois parties distinctes.

1.° Le réservoir d'huile ou la lampe proprement dite;

2.° L'enveloppe de toile métallique en fil de fer ou de cuivre rouge, qui est imperméable à la flamme;

3.° La cage qui sert à fixer l'enveloppe avec le réservoir et à la garantir du choc, au moyen des cinq montans de fer et du chapeau de tôle qu'ils supportent. Cette lanterne est fondée sur cette observation, qu'un tissu métal-

lique qui est assez fin pour contenir cent quarante ouvertures dans un centimètre carré, ou dont chaque maille n'a pas plus d'un vingtième de pouce de large, a la propriété très-remarquable de ne point laisser passer la flamme à travers ses interstices, de sorte que, lorsqu'on porte une de ces lampes allumée au milieu d'une atmosphère composée de plus d'un treizième de gaz hydrogène carboné, et qui est alors susceptible de faire explosion, ce gaz entre dans la lanterne, peut s'allumer à la flamme de la lampe, rougir le tissu métallique sans que l'inflammation se propage en dehors. Mais la condition essentielle pour que cet effet ait lieu, c'est que l'espace dans lequel la flamme de la lampe est confinée ne communique avec l'atmosphère extérieure par aucune ouverture, aucune jointure ou aucune fente qui soit plus large que les mailles de la toile qui l'enveloppe, et c'est pour atteindre ce but et pour s'opposer à l'imprudence et à la témérité des ouvriers que l'on a été forcé d'apporter de légères modifications à la première invention de M. Davy, dont l'honneur ne lui en appartient pas moins en entier.

L'inspection de la planche qui représente cette lanterne avec tous ses accessoires, me dispense d'entrer dans les détails relatifs à l'ensemble de l'instrument, que l'on fabrique maintenant à Paris, à Mons et dans la plupart des contrées où il existe de grandes ex-

ploitations[1]. Je ferai remarquer seulement que, la pointe de la flamme de la lampe attaquant fortement le sommet de l'étui de toile métallique, bien qu'il soit doublé dans cette partie, M. Chevremont fut conduit par l'expérience à renforcer cette extrémité par une doublure en cuivre laminé, percée de trous aussi petits que les mailles de la toile, et s'est assuré que ce perfectionnement empêchait que la lanterne se perçât dans cette partie et permît à l'inflammation du grisou de se propager, ainsi que cela arrivait après un usage de quelques semaines. Il appartenait à un praticien tel que M. Chevremont, ingénieur des mines des Pays-Bas, de perfectionner encore l'heureuse application que M. Davy a su faire aussi d'une propriété singulière du platine réduit en fil, et dont il a enrichi sa lampe de sûreté. Quand le gaz hydrogène carboné forme les deux cinquièmes de l'atmosphère des mines, les lampes s'éteignent et les ouvriers se trouvent plongés dans une obscurité profonde, qui peut causer des accidens. Pour parer à cet inconvénient, M. Davy imagina de suspendre dans l'intérieur de son tube de toile métallique un fil de platine tourné en spirale, qui, étant rougi par la flamme de la lampe, a la propriété

1 M. Rochette jeune, fabricant d'instrumens de physique, quai de l'horloge, n.° 81, à Paris, établit les lampes de Davy perfectionnées à raison de 8 francs, comme à Mons; mais à Anzin on les établit aujourd'hui à raison de 5 francs.

d'opérer la combustion lente des gaz inflammables avec une quantité d'air atmosphérique beaucoup moindre que celle qui est nécessaire pour faire brûler la mèche. Le calorique, dégagé par cette combustion lente du gaz hydrogène carboné, maintient à la chaleur rouge le fil de platine, qui, dans cet état, répand assez de lumière pour que l'ouvrier qui est porteur d'une telle lanterne, puisse se diriger dans les galeries, et lorsqu'il arrive dans une atmosphère qui contient plus d'oxigène, la combustion du grisou recommence à être plus rapide dans l'intérieur du cylindre et la mèche se rallume spontanément. On ne pouvait faire une plus heureuse application de deux phénomènes qui semblent n'avoir aucun rapport entre eux, et qui, réunis par une main habile et savante, ont déjà probablement sauvé la vie à bien des mineurs et préservé plus d'une exploitation des désastres les plus affreux et les plus affligeans.

M. Chevremont a encore perfectionné la disposition de cette spirale de platine de manière à ce que l'on ne puisse point la déranger en nettoyant la cage de toile avec la brosse; de plus, ayant remarqué qu'un seul fil ne donne pas assez de lumière pour que l'on puisse se diriger avec sécurité dans les travaux souterrains, il est parvenu à se procurer assez de clarté en réunissant jusqu'à 8 fils de platine et les tournant tous ensemble en spirale. Ainsi la lampe de sûreté ou lan-

terne de Davy perfectionnée, se compose aujourd'hui du corps de la lampe, garni d'un crochet avec lequel on peut élever, baisser et moucher la mèche, sans ouvrir l'enveloppe de toile métallique, dont l'extrémité supérieure est garnie d'une doublure en cuivre rouge laminé et convenablement percé; d'un petit réflecteur en fer étamé ou argenté, qui augmente l'intensité de la lumière, et enfin d'une spirale de platine, destinée à conserver de la clarté après que la lampe a été éteinte.

Dans l'origine on avait adapté en dehors du réservoir un tube par lequel on y introduisait l'huile sans ouvrir la cage; mais on a fini par le supprimer, après l'avoir plusieurs fois modifié : on avait aussi fermé les lampes, d'abord avec de petites serrures, ensuite avec des cadenas à la Regnier; mais on s'est arrêté à l'usage d'une vis longue, dont la tête carrée est enfoncée dans le réservoir et ne peut y tourner qu'au moyen d'une clef analogue à celles avec lesquelles on monte les pendules, et toutes ces précautions avaient pour but unique d'empêcher les ouvriers de se tuer en ouvrant la lanterne et rétablissant une communication entre le *grisou* et la flamme.

Comme la spirale de platine doit renchérir et compliquer cette lampe, je crois qu'il deviendrait superflu d'en adapter à toutes celles dont on se sert dans les mines; mais

il serait toujours bon d'en avoir quelques-unes destinées au service des places où l'on sait d'avance que l'air ne peut pas toujours entretenir la lumière.

Ce précieux instrument n'a pas été accueilli dans toutes les mines avec un égal empressement : les mineurs surtout, qui sont ennemis des innovations quand elles s'éloignent de leur routine et qu'elles ne leur promettent de la sécurité qu'aux dépens d'un peu plus de peine ou de soin, ne l'ont adopté que par force, et l'ont rejeté pendant assez long-temps, sous prétexte qu'il ne leur donnait point assez de lumière; plusieurs ont été victimes de leur entêtement ou de leur mal-adresse, en parvenant à les ouvrir pour allumer leurs pipes ou pour toute autre raison; mais ils commencent cependant à en sentir tous les avantages; car cette lampe de sûreté est généralement adoptée en Angleterre, en Belgique, à Anzin, où il en existe plus de deux mille, et dans plusieurs autres contrées houillères où l'on est tourmenté par le grisou.

Le seul reproche qu'on puisse lui faire d'une manière fondée, c'est qu'elle exige beaucoup de soins et d'entretien; mais cette main-d'œuvre est plus que compensée par la sécurité qu'elle procure à ceux qui savent la conduire et l'apprécier, et par l'économie qu'elle apporte dans la consommation de l'huile, dont elle brûle beaucoup moins que les lampes ordinaires, surtout si l'on donne

la préférence à l'huile épurée dite à quinquet.

Le grand briquet, dont nous avons déjà parlé en traitant des différens moyens d'éclairage, n'était employé que dans les mines sujettes au grisou; mais on en fait peu d'usage aujourd'hui que l'on possède un moyen infiniment meilleur sous tous les rapports.[1]

§. 21.

Des appareils respiratoires.

Quand on veut pénétrer dans un puits ou dans une cavité quelconque pour en retirer un malheureux qui, en y entrant, a été frappé d'aphyxie, on peut à juste titre avoir la crainte d'éprouver un pareil sort, et cependant, comme nous savons tous aujourd'hui que l'on peut rappeler les noyés et les asphyxiés à la vie après plusieurs heures de cette mort apparente, on ne peut résister au désir d'arracher son semblable à une mort qui deviendrait certaine par un séjour plus prolongé au milieu du gaz méphitique.

Pilatre de Rosier, dont le nom se rattache

---

1 Voyez, pour tout ce qui a trait à l'historique, à la confection et aux différens usages de la lampe de Davy perfectionnée, ainsi que pour toutes les expériences qui en ont constaté l'excellence, le tome I.er des Annales des mines, le tome VIII de la même collection, et surtout l'Instruction pratique sur l'emploi des lampes de sûreté, publiée par le directeur général des mines (Avril 1824) : brochure qui a été adressée à tous les préfets et à tous les directeurs des mines.

d'une manière si douloureuse à l'histoire des aérostats, avait imaginé une espèce de masque ou de nez artificiel en fer-blanc, qui se fixait au-dessus de la bouche et qui s'attachait solidement à la tête avec une double courroie de cuir (pl. XXIX, fig. 3). Au moyen de ce masque, qui portait un tuyau de plusieurs mètres de long, fait en taffetas ciré et tenu dilaté par une spirale de fil de fer, cet homme ingénieux pénétra et circula, sans éprouver la moindre incommodité, dans une cuve de brasseur où il y avait 4 à 5 pieds de gaz acide carbonique au-dessus de sa tête; il y resta plus d'une demi-heure, tandis que des animaux qu'on y descendit tombèrent asphyxiés à ses pieds. Je l'ai vu se remuer dans tous les sens, dit Macquart, qui était membre de la commission chargée de suivre ses expériences, et rester plus d'une demi-heure dans ce gaz, où nous avons asphyxié une grande quantité d'animaux, et où il expirait facilement l'air gâté des poumons, tandis qu'il respirait l'air pur à l'aide du tuyau nasal; et c'est ce moyen très-simple, que l'on pourrait peut-être perfectionner encore, qui devrait être adopté pour sauver les victimes du mauvais air, sans s'exposer à lui en sacrifier de nouvelles. Mais voilà plus de trente ans que ces expériences sont faites; il n'y a peut-être pas de jour où il ne périsse quelque individu dans le mauvais air, et l'on n'a rien fait encore pour les sauver, même à Paris.

Le masque de Pilatre de Rosier ne pourrait servir au reste que pour pénétrer à une très-petite distance du jour, car on ne saurait donner une bien grande longueur au tuyau de taffetas sans risquer de le déchirer ou de le plier, et dans l'un et l'autre cas il cesserait de remplir le but auquel on le destine.

L'appareil dont M. de Humboldt a fait usage dans les mines du Hartz permet au contraire d'aller porter du secours à une très-grande distance du jour, dans les galeries les plus longues et dans les puits les plus profonds. Il diffère du précédent en ce que le tube, qui dans ce cas est appliqué sur la bouche (fig. 2), communique à un réservoir d'air que l'ouvrier porte sur son dos, comme un sac de soldat, ou qu'il traîne après lui sur un léger chariot, dans le cas où il aurait besoin de séjourner et de travailler au milieu du mauvais air.

Lorsque le réservoir doit être porté à dos, on peut encore lui donner une capacité de 6 ½ pieds cubes environ, ou 210 décimètres, savoir 3 pieds de long, 22 pouces de large et 14 pouces d'épaisseur, et l'on a calculé que ce volume d'air est à peu près celui qui est nécessaire à un homme pour respirer pendant quinze à seize minutes : dans la plupart des circonstances où il s'agit d'aller chercher un homme asphyxié au fond d'une mine, ce temps est plus que suffisant.

Suivant M. Communeau, un mineur use en vingt-quatre heures 19 mètres cubes d'air; sa transpiration en exige 181 mètres, et s'il brûlait un kilogramme d'huile, la combustion en absorberait encore 40 mètres cubes: total 240 mètres cubes, soit 10 mètres par heure.

Le réservoir doit être composé d'un sac de taffetas ciré bien souple, garni d'une tubulure à laquelle le tuyau vient s'adapter, et il doit être enfermé dans une espèce de cage d'osier, afin qu'il conserve la forme aplatie et qu'il soit à l'abri du choc et du froissement. L'homme qui veut faire usage de cet appareil pour descendre dans une mine remplie de mofettes, se l'attache sur le dos avec des courroies, applique ensuite et fixe sur la bouche l'embouchure en forme de porte-voix, d'où part le tube qui va communiquer avec le réservoir. Ce tube, de 6 lignes (0,015) de diamètre, passe par-dessus l'épaule et n'a que 14 à 15 pouces de longueur (0,4 à 0,5). Enfin, cet homme accroche en avant de la boutonnière de sa veste une lanterne qui contient une lampe ou une bougie et qui reçoit l'air expiré par les poumons, qui est encore assez pur pour entretenir la lumière.

La figure 2 donne une idée de la disposition des tubes et de l'embouchure, garnie intérieurement de deux petites soupapes, qui jouent en sens inverse et de manière à ce que celle d'expiration, qui laisse passer l'air de la lanterne, se ferme quand celle d'as-

piration vient à s'ouvrir. Les narines sont fermées au moyen d'une pince à ressort, afin d'empêcher toute respiration par le nez.

Comme on éprouverait beaucoup de peine à soutirer les dernières parties de l'air contenu dans le réservoir, on obvie encore à cet inconvénient en chargeant légèrement le sac d'air, de manière à ce qu'il s'affaisse de lui-même au fur et à mesure qu'il se vide. Malgré toutes ces précautions on doit bien penser qu'un homme armé de la sorte éprouve toujours une certaine gêne, et qu'il ne pourrait continuer à respirer de cette manière sans éprouver quelque fatigue. Mais aussi on ne propose cet appareil que pour l'enlèvement des asphyxiés ou pour exécuter un travail pressé et de peu de durée[1]. Nous ne saurions trop le recommander, non-seulement pour le service des mines, mais aussi pour celui des villes et des manufactures où les ouvriers sont exposés à l'asphyxie.

---

1 Voyez, pour de plus grands détails, l'instruction du docteur Macquart, Journal des mines, n.° 13, pag. 78. La description de deux machines destinées à conserver la vie des hommes et la lumière des lampes, etc., Journal des mines, n.° 47, et l'instruction publiée sur le même sujet par le conseil des mines en Avril 1824. Annales des mines, tom. X, pag. 1.re

§. 22.

De l'emploi du chlorure de chaux pour l'assainissement des mines de houille qui contiennent de l'hydrogène carboné et autres lieux infectés de gaz méphitiques.

M. Fincham, fabricant de chlorures en Angleterre, vient d'employer le chlorure de chaux dans une mine de charbon pour détruire le gaz hydrogène qui s'y développait. Il fit répandre ce chlorure dans la mine de *Bradfort*, où les ouvriers ne pouvaient pénétrer qu'avec la lanterne de Davy. Un lundi les ouvriers pouvaient travailler sans accident avec la lampe ordinaire, quoique le gaz se fût accumulé depuis le samedi. L'odeur du chlorure, que l'on avait répandu en excès pour épreuve, ayant rebuté les travailleurs, ils refusèrent de s'en servir, ce qui fut cause qu'un ouvrier qui pénétra imprudemment dans la mine avec une chandelle, détermina une explosion dont il mourut. M. Fincham fit répandre de nouveau chlorure à l'endroit même où l'accident était arrivé, et l'on y porta une chandelle sans qu'il se soit fait de nouvelle explosion. On continua à répandre du chlorure dans cette place, qui était la seule où le gaz se dégageait, et aucun accident n'eut lieu. Les expérien-

ces avec le chlorure furent continuées plus tard avec le même succès.

Le curage des égouts de Paris a fourni un nouvel exemple de l'efficacité de ce précieux réactif pour l'assainissement des souterrains les plus infectés de gaz délétères.

Dans le curage de l'égout de la Roquette à Paris, qui eut lieu en 1826, on employa différens moyens d'aérage et de désinfection : la ventilation au moyen des fourneaux d'appel fut l'agent principalement employé, et cette ventilation a quelquefois agi à 138 et 145 mètres; mais on a remarqué ici, comme dans les mines, que ce genre de ventilation était d'autant plus efficace, que l'air mis en mouvement avait moins d'espace à parcourir. Parmi les agens chimiques, la commission avait d'abord pensé qu'en dégageant du *chlore* à proximité des ouvriers, de manière à ce qu'il leur fût apporté par le courant d'air que produisaient les fours d'appel, il les mettrait complétement à l'abri de l'action des gaz délétères; mais elle eut bientôt reconnu que ces vapeurs, lorsqu'elles sont trop abondantes, gênent la respiration des ouvriers, et qu'en passant dans la cheminée d'appel, elles éteignent le feu et arrêtent ainsi le courant d'air. On renonça donc à ce moyen, et ces fumigations furent bien plus utilement placées au-dessus du foyer même. De cette manière elles ne purent plus arrêter la combustion en se mêlant aux gaz que le feu n'a-

vait pas détruits; mais alors le bien ne fut que pour l'extérieur et nullement pour les travailleurs.

Le chlorure de chaux fut employé utilement en solution dans l'eau et à l'état sec. On se servit de la solution en le plaçant dans des baquets à l'entrée de chaque égout, afin que les ouvriers s'y lavassent les mains, les bras et la figure chaque fois qu'ils entraient ou qu'ils sortaient. On leur faisait porter du chlorure sec au cou, renfermé dans des sacs de toile ou de crin ou dans de petits paniers d'osier. Enfin, une manière d'employer le chlorure de chaux qui parut préférable à toute autre pendant cette longue et périlleuse opération, consistait à jeter du foin dans les parties de l'égout qui paraissaient trop infectées, et à répandre sur ce foin du chlorure en poudre : cela tient probablement à ce qu'en multipliant les surfaces, on active la décomposition du chlorure et on accélère la destruction des gaz délétères à mesure que le chlore se dégage.

Comme les tombereaux de boue que l'on enlevait des égouts traversaient les quartiers les plus populeux de Paris, on répandait dessus un demi-seau de solution de chlorure, et cela a toujours réussi à les désinfecter complétement.[1]

On s'occupe dans ce moment-ci aux mines

---

1 Recueil industriel et manufacturier de M. de Moléon, t. X.

d'Anzin d'une suite d'expériences sur l'emploi du chlorure, et quel qu'en soit le résultat, il intéressera toujours infiniment les mineurs et les exploitans.

§. 23.

Des incendies souterrains et de la température des mines.

Les mines de houille et les mines de lignites sont les seules dans lesquelles le feu peut se déclarer spontanément ; mais aussi il arrive presque toujours qu'une houillère mal exploitée, dont les travaux sont irrégulièrement disposés, qui éprouve des éboulemens, dont l'intérieur est encombré de menu charbon, dont l'asséchement et l'aérage se font mal ; il arrive presque toujours qu'une pareille exploitation devient tôt ou tard la proie du feu, qui s'y déclare sourdement, après avoir couvé long-temps avant d'éclater, mais qui n'en fait pas moins de grands progrès, surtout quand il est alimenté par des courans d'air, et qu'il se manifeste à la partie supérieure des travaux. La présence des pyrites de fer, sensibles ou invisibles à l'œil, est la cause principale de ces incendies; parce que l'expérience a prouvé que les sulfures, en se décomposant et passant à l'état de sulfate ou de vitriol, développent assez de chaleur pour allumer la houille qui les contient, et cela d'autant plus facilement, que la houille

est plus menue, qu'elle présente beaucoup de prise à l'air, et que la décomposition est aidée par une certaine humidité chaude, qui se rencontre presque toujours dans les mines mal exploitées et mal aérées.

L'inflammation du grisou cause aussi quelques incendies, en allumant les fascines et les boisages qui mettent le feu à la houille; mais cet effet est beaucoup plus rare que celui de la décomposition des pyrites. C'est cette décomposition qui alluma le fameux incendie qui éclata dans les mines de mercure d'Idria en Carniole le 6 Mars 1803, et que l'on ne put éteindre qu'en introduisant dans la mine une petite rivière, qui y coula pendant quarante-huit heures, et qui ne put s'épuiser qu'en six mois.

Quant aux causes accidentelles des incendies ordinaires, elles occasionnent aussi des ravages dans l'intérieur des mines, mais plus rarement encore. Cependant on a des exemples de feu porté dans les exploitations par la malveillance ou la négligence des mineurs qui oublient des lumières près du boisage ou de la houille elle-même, qui, lorsqu'elle est très-grasse et de très-bonne qualité, est susceptible de s'allumer sur place, et à plus forte raison lorsqu'elle est abattue. Il y a plus de vingt ans que j'ai été presque témoin de l'origine d'un incendie qui n'est peut-être pas encore éteint et dont la cause fut une chandelle oubliée sur un coffre à huile, dé-

posé dans un coin de galerie qui servait de magasin.

Les grilles à feu (toc-feu), que l'on descend dans les puits pour faciliter l'aérage, sont quelquefois aussi la cause de ces embrasemens souterrains.

Les houillères embrasées sont très-communes en France, parce que dans l'origine leur exploitation a été abandonnée à des mains inexpérimentées ; mais, quoique l'on doive considérer ces événemens comme véritablement désastreux, il faut avouer cependant que les progrès du feu sont généralement très-lents, s'il n'est activé, comme nous l'avons déjà dit, par des courans d'air, que l'on peut toujours diminuer, si l'on ne peut les supprimer entièrement. Les mines de Dutweiler près Saarbruck, celles du Creusot en Bourgogne, de la Taupe en Auvergne, de la Ricamarie près Saint-Étienne, de la Commantrie en Bourbonnais, et celles de l'Aveyron surtout, présentent toutes des incendies plus ou moins étendus, qui remontent à une époque excessivement reculée ; car il y a des églises bâties au treizième siècle avec des pierres calcinées, qui prouvent à la fois la lenteur et l'ancienneté de ces feux souterrains, qu'il ne faut cependant pas confondre avec les débris des volcans, qui ont un tout autre caractère et qui appartiennent à une cause toute différente.

Si l'on n'active pas le feu des houillères,

ainsi qu'on l'a fait dans l'Aveyron pendant plusieurs années, pour faciliter et augmenter les efflorescences alumineuses que l'on exploitait alors avec un grand bénéfice, et si l'on s'attache, au contraire, à boucher les issues et à concentrer le feu dans un canton resserré, on s'apercevra bientôt que cet événement menaçant peut se maîtriser avec beaucoup de facilité, et se confiner dans un espace que l'on parvient à circonscrire, et que l'on peut cerner de manière à ce qu'il ne puisse dépasser les limites qu'on lui a imposées.

Il ne faut pas cependant tomber dans un excès contraire, et croire que l'on peut éteindre le feu d'une mine avec quelques seaux d'eau, ou l'étouffer comme un feu de cheminée; car on aurait une fausse idée de ces grands événemens, auxquels il faut accorder toute l'attention qu'ils commandent, et cela en raison des circonstances locales, de la cause première de l'incendie, du lieu où il s'est déclaré, de la nature du gîte qui en est la proie, etc.; car on doit bien penser que l'on ne peut pas traiter de la même manière les différentes espèces d'incendies, dont voici l'énumération abrégée.

1.° Incendies récens, causés par l'approche d'un corps embrasé;

2.° Incendies anciens, dont on connaît la cause accidentelle;

3.° Incendies spontanés récens;

4.° Incendies spontanés anciens et étendus;

5.° Incendies d'une couche mince régulière;

6.° Incendies des mines en amas.

1.° *L'incendie récent, causé par l'approche d'une lumière, d'un toc-feu, ou par l'inflammation du grisou*, doit s'éteindre par étouffement, c'est-à-dire en fermant toutes les issues qui peuvent lui donner de l'air, par un muraillement soigné, bâti en argile amaigrie par du sable et placé le plus près possible du lieu de l'incendie. Si le feu s'est déclaré dans un puits boisé, on s'en rendra maître en couvrant la bouche avec des madriers chargés de terre et de gazon, et si le puits est muraillé et qu'il y ait de l'eau au fond, il suffira de la laisser monter en suspendant les travaux pendant quelques jours; mais si, pour ralentir le feu, on veut intercepter l'air, il faut ménager une ouverture de quelques pouces, que l'on couvrira tout simplement d'un bout de planche, afin de donner issue à l'eau qui se réduira en vapeur dès l'instant qu'elle atteindra le feu.

2.° *L'incendie ancien, causé par un accident dont on a conservé le souvenir*, doit s'éteindre comme le premier, si l'on a la certitude que le feu a été mis accidentellement, et qu'il n'est pas probable qu'il se renouvelle : c'est au directeur à disposer ses barrages ou ses muraillemens de manière à ne paralyser que la plus petite partie possible de son atelier;

car, pour obtenir un plein succès, il ne faut point être pressé de déboucher les issues que l'on a fermées.

3.° L'*incendie spontané récent* doit s'éteindre plutôt par étouffement que par immersion, parce que l'humidité qui resterait après la retraite de l'eau, suffirait pour ranimer le feu, en activant la décomposition des pyrites, qui est toujours la cause première des incendies spontanés. Quand un tas de houille s'enflamme spontanément au jour, il suffit de l'étaler et de le retourner pour l'éteindre.

4.° *L'incendie spontané ancien et étendu.* C'est le plus difficile à éteindre, et celui auquel il convient d'imposer des limites ; car l'immersion aurait des inconvéniens graves, et l'étouffement est à peu près impraticable.

En effet, rassembler les eaux intérieures, en leur opposant des digues et des barrages qui les forcent à monter jusqu'au foyer de l'incendie, c'est s'exposer à des filtrations, et, qui plus est, à une inondation générale et désastreuse, dans le cas où une des digues viendrait à se rompre; car je suppose que les travaux inférieurs au foyer sont assez étendus pour mériter tous les soins des exploitans et toute leur sollicitude. Mais enfin, si l'on pouvait sans aucun inconvénient opérer l'immersion de toute la partie embrasée par la retenue des eaux souterraines ou par l'intermède de quelque cours d'eau de la surface, que l'on aurait amené dans les tra-

vaux, je puis assurer que le feu se renouvellerait tout aussitôt que l'on aurait asséché les travaux, à moins cependant qu'il soit privé d'aliment, et qu'il ait achevé de dévorer tout ce qu'il pouvait embraser : et si cela était ainsi, à quoi donc aurait servi cette immersion et toute la dépense qu'elle aurait occasionée, puisque le feu se serait éteint de lui-même quelques mois plus tard.

Tous les soins doivent se borner, en pareille circonstance, à préserver les travaux inférieurs de la propagation du feu, et l'on y parvient en remplaçant la houille, qui pourrait amener le feu dans les puits, par un remblai ou *estapage* fait avec soin, dans lequel il n'entre que des grès, et dont on écarte tout schiste bitumineux susceptible de s'embraser ; d'ailleurs on a remarqué que le feu tend beaucoup plus à s'élever qu'à se propager en profondeur, ce qui permet d'exploiter sans danger les couches de houille qui ne sont séparées des couches embrasées que par des bancs de grès et de schistes assez minces pour laisser passer la chaleur et filtrer des eaux excessivement chaudes ; car il est reconnu depuis long-temps, que le feu n'attaque pas à plus d'un mètre de distance la houille laissée intacte dans la profondeur (Cordier) : aussi plusieurs mines des environs d'Aubin, département de l'Aveyron, sont exploitées de cette manière, et jusqu'ici il n'en est résulté aucun inconvénient grave. On exploite même

au niveau de l'incendie, et les ouvriers ne se garantissent de son voisinage que par un faible enduit d'argile, qu'ils appliquent sur les points où le feu est à découvert.

5.° *L'incendie d'une couche mince et régulière.* Quelle que soit la cause de cet incendie, on ne devra point balancer à lui fixer une part, en sacrifiant un massif de houille qui est naturellement limité par le toit et le mur, et que l'on circonscrira par une taille ou galerie basse de circonvallation, que l'on poussera sur 12 pieds (4 mètres) de large, en ayant soin de découvrir le toit et le mur jusqu'au vif, afin de bien s'assurer que l'on ne laisse point quelques veinules de houille en dessus ou en dessous ; on estapera moitié de cette largeur avec des déblais, et de cette manière on arrêtera l'incendie sans autre sacrifice que le charbon abandonné à l'action du feu. Mais si la couche approchait de la verticale, on n'aurait d'autre parti à prendre que de la circonscrire par deux cheminées parallèles montant au jour, et par une galerie de direction qui irait d'un pied à l'autre de ces deux cheminées et que l'on remblayerait avec du grès ou du sable, si l'on en avait à proximité du chantier.

Dans tous les cas il faudrait s'attacher à bien découvrir la cause de l'embrasement, afin de tâcher de la faire disparaître, soit en débarrassant les travaux de tout le menu charbon, soit en les asséchant avec plus de

soin ou en adoptant un meilleur système d'aérage. C'est ainsi que M. l'ingénieur des mines Mathieu parvint à arrêter le feu qui dévorait les couches de lignites que l'on exploitait sans aucun art aux environs de la ville du Pont Saint-Esprit, département du Gard.

Il peut arriver que la présence d'une faille soit favorable et puisse aider à limiter l'incendie dans un sens, et dans ce cas il faut bien se garder de créer une barrière artificielle dans cette direction, quand même la faille se trouverait un peu trop éloignée; il y aurait toujours économie à s'en servir.

6.° *L'incendie des mines en masses ou en amas.* Celui-ci n'est point aussi facile à arrêter que le précédent; car si le feu vient à se déclarer à une certaine profondeur, on sera forcé d'isoler un massif de cinq côtés au moins et d'exécuter des remblais très-coûteux et très-difficiles à établir. Je conseillerais donc, si le local le permettait et que les travaux inférieurs ne s'y opposassent pas, de tenter l'étouffement, et même l'inondation, avant de se déterminer à faire la part du feu, qui présente véritablement d'assez grandes difficultés. On a essayé vainement, pendant trente ans, d'éteindre le feu des travaux de la Garde près Rive-de-Gier. Il arrive rarement que la houille en place s'embrase naturellement, le feu y est presque toujours apporté par du menu charbon, que l'on abandonne d'autant plus volontiers qu'il

a peu de valeur, et que l'on répugne à faire les frais de son extraction. Ce sont cependant ces poussières dont il faut déblayer les travaux, puisque ce sont elles qui causent la plus grande partie des incendies souterrains. En Angleterre, on élève ces menus charbons au jour, dans la seule intention d'en débarrasser les travaux et de les convertir en cendres végétatives au profit de l'agriculture.

Les produits des incendies dont nous venons de parler, sont assez variés et à peu près partout les mêmes; les schistes, les argiles schisteuses qui sont interposées entre les couches de houille, se convertissent par l'action du feu en une espèce de roche calcinée, qui porte l'empreinte évidente de cet agent, et qui se fait reconnaître à sa couleur rouge de brique, à ses nombreux pores, à son toucher âpre et sec, et quelquefois à sa grande légèreté. Parfois et accidentellement certaines argiles se convertissent en une substance semi-vitreuse, agréablement colorée en vert, en lilas, en jaune chamois, et qui est susceptible de recevoir un assez beau poli. Ce sont les *porcellanites* des minéralogistes.

Les fissures et les parois des fumerolles se tapissent le plus ordinairement d'efflorescences alumineuses, que l'on exploite au moyen du lessivage et dont on extrait de l'alun; quelques autres sels se trouvent aussi dans ces fumerolles, qui brillent la nuit d'un

éclat assez vif et d'où l'on voit s'échapper des flammes assez éclatantes. Ces fumées chaudes et humides sont utilisées sous la forme de bains de vapeur, et lorsque, après l'extinction de ces feux souterrains, on vient à fouiller dans leurs résidus, il n'est point rare d'y trouver de la houille convertie en coak, et quelquefois aussi du fer ou de l'acier natif, susceptibles d'être limés, forgés et mis en œuvre.

Nous avons déjà dit que la température des travaux qui avoisinent le foyer des houillères embrasées est quelquefois si élevée, que l'eau qui dégoutte du toit est à peu près bouillante; mais ces cas accidentels ne doivent point être considérés comme règle générale : ce sont des exceptions dans les mines.

La température des exploitations d'une profondeur moyenne de 200 à 400 pieds, qui sont bien aérées, et dans lesquelles il n'y a ni excès d'hommes ni excès de lumières, se tient à environ quatorze degrés au-dessus de zéro du thermomètre de Réaumur: elle est plus haute dans les tailles de 18 pouces à 2 pieds, ainsi qu'au fond des galeries qui sont excessivement longues, et dans les travaux où l'air est mauvais; mais elle s'abaisse, au contraire, sur les points où l'aérage est vif et où il existe des filtrations, et cela tient à l'évaporation. Au reste, comme la température des travaux souterrains intéresse fort peu les exploitans, et que c'est un sujet qui se rattache beaucoup plus directement à la géologie et à la géographie

physique, nous renvoyons pour les recherches auxquelles ce phénomène a donné lieu, aux écrits de MM. Trebra, de Humboldt, d'Aubuisson et Cordier, qui s'en sont particulièrement occupés; leurs observations tendent à prouver qu'il existe un accroissement notable de température à partir de la surface de la terre vers l'intérieur [1], et l'on en porte la valeur moyenne à 1 degré pour 25 mètres.

§. 24.

Secours aux noyés, aux asphyxiés et aux brûlés.

Il faut secourir un asphyxié avec la plus grande promptitude et lui continuer les secours avec persévérance, tant qu'on n'a pas la certitude que la vie est complétement éteinte, et la seule marque certaine est la putréfaction. Le meilleur et le premier remède à employer, celui dans lequel on doit mettre la plus grande confiance, est le renouvellement de l'air, si nécessaire à la respiration; souvent il suffit pour tirer de l'asphyxie les malades qui ne sont pas privés du mouvement depuis trop long-temps.

En conséquence on devra, 1.° retirer le plus promptement possible par l'un des moyens indiqués ci-dessus, page 403 et suivantes,

---

1 Annales des mines, tom. XV, pag. 99.

l'individu asphyxié du lieu méphitisé; et on l'exposera au grand air.

2.° On le déshabillera et l'on aspergera son corps avec de l'eau froide.

3.° On essaiera de lui faire avaler, s'il est possible, de l'eau froide légèrement acidulée avec du vinaigre.

4.° On lui donnera des lavemens avec deux tiers d'eau froide et un tiers de vinaigre; on pourra ensuite en administrer d'autres, avec une forte dissolution de sel de cuisine.

5.° On tâchera d'irriter la membrane pituitaire (l'intérieur du nez) avec la barbe d'une plume que l'on remuera doucement dans les narines de l'asphyxié, ou avec un flacon d'alkali volatil mis sous le nez, mais en ayant soin de l'éloigner aussitôt que le malade commencera à respirer, dans la crainte que ce remède ne cause une inflammation pulmonaire (D.r Fabre).

6.° On introduira de l'air dans les poumons en soufflant avec un tuyau dans l'une des narines et en comprimant l'autre avec les doigts.

7.° Si le corps de l'asphyxié conserve de la chaleur et que ces premiers secours ne produisent point d'effet, il faudra recourir à la saignée de la jugulaire ou du pied, et le besoin de la saignée sera suffisamment indiqué par la rougeur du visage, le gonflement des lèvres et la saillie des yeux.

8.° Enfin, comme le sens de l'ouïe paraît

être le dernier qui perde son action, il faut éviter de tenir des propos alarmans auprès du malade, qui peut encore entendre tout ce qui se dit autour de lui, malgré sa mort apparente. Il faut, au contraire, l'appeler par son nom à haute voix, faire retentir des noms qui lui sont chers, etc.

Le docteur Foderé, rapporte dans sa Médecine légale un fait assez singulier, qui vient à l'appui de ce qui précède.

« Le chirurgien *Chevalier*, attaqué d'une « affection soporeuse dans laquelle il ne « donnait aucun signe de sensibilité, fut se- « coué vivement, agité de toute manière, « et appelé par son nom à haute voix et « toujours en vain; quelqu'un qui connais- « sait Chevalier pour un grand joueur de pi- « quet, s'avisa de prononcer assez vivement « ces mots: *quinte, quatorze et le point.* Le « malade en fut tellement frappé que dès « cet instant il sortit de léthargie. »

Il faut mettre la plus grande activité dans l'administration de ces divers secours; plus on tarde à les employer, plus on doit craindre qu'ils ne soient infructueux, et comme la mort peut n'être qu'apparente pendant long-temps, il ne faut renoncer à les continuer que lorsqu'elle est confirmée par l'odeur cadavéreuse; car l'absence des battemens du pouls, du cœur, la froideur et la roideur des membres, le défaut de respiration, qui fait qu'une glace placée devant la

bouche ne se ternit pas, ne sont point des signes d'une mort certaine : on cite mille exemples à l'appui de cette observation.

Souvent, après avoir continué quelque temps avec persévérance à administrer les secours à un asphyxié, on entend un léger soupir, qui se renouvelle au bout de quelques minutes. Ces soupirs sont bientôt suivis de petits hoquets : alors, dès que le malade donne ces premiers signes de vie, on fait des frictions avec des serviettes sur toutes les parties du corps, on le place dans un lit, on lui fait avaler quelques cuillerées d'eau toujours acidulée avec du vinaigre, ou bien quelques cuillerées d'eau et de vin ; enfin, on a soin d'entretenir dans la chambre un courant d'air frais, sans lequel il risquerait de retomber dans son premier état.

Voilà pour les mineurs qui auraient été suffoqués par l'azote ou le gaz acide carbonique.

Quant à ceux qui auraient été submergés et que l'on considérerait comme noyés, voici quels sont les secours qu'il convient de leur donner.

1.° Aussitôt que le noyé sera sorti de l'eau, on s'empressera de le transporter dans le lieu le plus voisin où l'on pourra lui donner les secours que son état réclame ; mais ce transport devra se faire avec précaution, en évitant les mouvemens brusques, les saccades, et pourra s'effectuer sur les bras de

deux ou trois personnes, sur une civière et même dans une charrette au fond de laquelle on aura mis de la paille ou un matelas. Pendant ce transport le noyé devra être couché sur le côté, la tête levée et en dehors d'une couverture qui lui enveloppera tout le corps.

2.° Le noyé, apporté dans le lieu des secours, sera dépouillé de ses habits que l'on fendra d'un bout à l'autre avec des ciseaux.

3.° On l'enveloppera largement dans une couverture de laine, et on le couchera sur un ou deux matelas en travers d'un grand feu[1], placé sur le côté, la tête élevée et couverte d'un bonnet de laine.

4.° Sous cette large couverture on fera à la surface du corps, et particulièrement sur le bas-ventre, des frictions avec des étoffes de laine, d'abord sèches et chaudes, et ensuite imbibées de quelques liqueurs spiritueuses, telles que l'eau de mélisse, de Cologne, ou simplement de bonne eau-de-vie.

5.° Pour parvenir à réchauffer le noyé, on remplira d'eau chaude des vessies ou des bouteilles, et on les appliquera sur la poitrine vers le cœur, sur le ventre, et l'on

---

1 Si l'individu s'était noyé dans de l'eau chaude, il ne faudrait point l'approcher du feu et le frotter avec des serviettes ou des flanelles chaudes : il faudrait qu'elles fussent froides. Si c'était dans une mare infecte, le traitement se compliquerait, puisqu'il y aurait eu asphyxie avant la suffocation causée par l'eau.

placera une brique ou une pierre chaude, enveloppée de linge, sous la plante des pieds.

6.° On lui poussera de l'air dans les poumons, et la meilleure manière d'y parvenir, c'est d'introduire le tuyau d'un soufflet dans l'une des narines, et de comprimer l'autre avec les doigts. Cependant l'air qui sort d'une autre poitrine a été reconnu meilleur, parce qu'il n'a perdu qu'un cinquième de son oxigène, et qu'il a une chaleur et un degré d'humidité convenables et propres à favoriser la dilatation des bronches et des vésicules pulmonaires. (D.r Fabre.)

7.° On fera, comme pour les asphyxiés, respirer de l'alkali volatil, et l'on chatouillera l'intérieur du nez avec la barbe d'une plume, un papier roulé, une paille, un brin d'herbe, etc.

8.° On lui fera avaler, si la chose est possible, une cuillerée à café d'eau-de-vie, de vin chaud ou d'eau de mélisse.

9.° Dès que le noyé pourra avaler, on en profitera pour lui faire prendre quelques autres cuillerées de ces liqueurs, mais en ayant soin de ne les donner qu'au fur et à mesure qu'il les aura avalées.

10.° Les lavemens irritans salés, faits avec du tabac à fumer, hâteront le moment où le noyé reprendra ses sens.

11.° Enfin, la saignée au pied ou à la jugulaire ne doit pas être négligée dans les

sujets dont le visage est rouge, violet, noir, et dont les membres sont flexibles et encore chauds; mais il ne faut jamais la pratiquer sur des corps froids et dont les membres commencent à se roidir.

Les mineurs qui ont été brûlés par le grisou ou autrement, doivent être traités de la manière suivante.

On trempera des linges dans de l'eau froide, on les appliquera sur les points du corps où la brûlure est la plus considérable, et l'on renouvellera ces linges aussitôt qu'ils auront perdu leur fraîcheur par le contact de la peau. Ce sont des fomentations froides; mais s'il est possible de plonger la partie brûlée dans l'eau fraîche souvent renouvelée, et mieux encore dans l'eau de *Goulard*, si l'on est voisin d'une pharmacie ou d'un droguiste, on devra s'empresser de le faire; enfin, si la brûlure est très-étendue, le plus court est de plonger le malade dans un bain froid, qu'on renouvellera tous les quarts d'heure, et de l'y tenir jusqu'à ce que l'inflammation soit tombée.

Ici se termine l'énumération des soins qu'un bon directeur ou une cantinière intelligente peuvent et doivent donner aux mineurs asphyxiés, noyés ou brûlés; car, excepté la saignée, qui n'est pas susceptible d'être faite par tout le monde, et qu'il serait cependant bien utile qu'un directeur de mine sût faire à propos, tout le reste peut

se pratiquer par quiconque est animé de l'amour de son prochain, ce qui n'empêche pas qu'il faut, dès l'instant où l'on apprend qu'il est arrivé un malheur, envoyer chercher le chirurgien le plus voisin, qui doit toujours être celui de l'établissement; mais comme il y a beaucoup de mines qui sont situées à de grandes distances des villes, et que le chirurgien peut être absent, il faut commencer les soins que nous venons d'indiquer, les donner avec ordre et persévérance, et ne jamais perdre de vue que l'on est souvent parvenu à rappeler des asphyxiés et des noyés à la vie, huit heures après qu'ils ont été frappés.[1]

Quant aux fractures, elles exigent les secours d'un homme de l'art, et le devoir des directeurs se borne à le faire appeler dans le plus court délai possible.

---

1 Un colonel anglais qui aimait tendrement sa femme, la garda huit jours sans mouvement et sans aucun signe de vie, refusa obstinément de la laisser enterrer, et menaça de brûler la cervelle à celui qui serait assez hardi pour vouloir s'emparer du corps de sa femme. L'excès de sa douleur parvint jusqu'à la reine, qui, en lui envoyant faire son compliment de condoléance, le fit engager à accorder les derniers honneurs à son épouse. Le colonel résista, disant que rien ne pressait, puisque le corps de sa femme ne donnait aucun signe de putréfaction. Quel fut le bonheur du brave colonel, lorsqu'au bout de huit jours de douleur et de désespoir, la dame se réveilla au son des cloches de l'église voisine, en disant : *Voilà le dernier coup de la prière; allons, il est temps de partir.* Elle guérit parfaitement et vécut encore fort long-temps. (Journal des savans, année 1746.)

Cette espèce d'instruction abrégée est extraite, en grande partie, de celle que le Gouvernement fit rédiger en 1813, et qui est tirée elle-même des ouvrages du docteur Portal, premier médecin du roi de France.

CHAPITRE V.

De la géométrie souterraine, ou de l'art de lever les plans de mine.

---

§. 1.er Des instrumens.
§. 2. Manière d'opérer dans les travaux.
§. 3. Manière de rapporter les opérations sur le papier et de dessiner les plans.
§. 4. Résolution des triangles par les tables trigonométriques.
§. 5. Observations sur quelques circonstances particulières.
§. 6. Remarques sur la construction de la boussole des mineurs.
§. 7. De la manière de tracer une méridienne et d'apprécier la déclinaison de l'aiguille aimantée.
§. 8. De la réduction des plans.
Tables des sinus.

La géométrie souterraine n'est point une branche particulière de la science, ce n'est qu'une de ses nombreuses applications; elle ne diffère en rien de la *géométrie ordinaire*, et c'est absolument la même que celle du cadastre, des topographes et des arpenteurs. Si l'on est obligé d'employer quelques moyens particuliers à l'art de lever les plans de mine et d'en dessiner les coupes, ces légères modifications ne sont motivées que par l'obscurité des travaux, leur sinuosité, leur peu de hauteur et l'impossibilité où l'on est d'apercevoir plusieurs points à la fois; et ces changemens, bien loin de porter sur les principes, ne touchent qu'aux moyens mécaniques que l'on emploie pour en faire l'application. On se

trouve dans l'intérieur d'une mine dont on veut lever le plan, dans la position où l'on serait placé, si, par une circonstance particulière, on était forcé de lever celui d'une ville dans l'obscurité; car l'on serait obligé de se servir des mêmes moyens et des mêmes instrumens pour obtenir la direction, les coudes et les embranchemens des rues, des places et des impasses, que ceux dont on fait usage pour relever les galeries, les traverses et les tailles d'une mine : ce que l'on appelle les îles dans une ville représente ce que l'on nomme massifs dans une exploitation. La dénomination de *géométrie souterraine* n'est donc ni juste ni claire, puisqu'elle a souvent induit en erreur les personnes étrangères à l'art des mines, en leur persuadant que c'était une science distincte, qui avait ses règles et ses principes particuliers, et cependant il n'en est rien, et je ne me sers de cette expression que parce qu'elle est abréviative et déjà connue : au reste, quelle que soit cette dénomination, il n'en est pas moins constant que l'application de la géométrie et de la trigonométrie à l'exploitation des mines est absolument indispensable, puisque ce n'est qu'à l'aide de cette science universelle que l'on peut obtenir l'image ou la représentation fidèle de tous les travaux souterrains, dont l'ensemble constitue ce que l'on appelle *une mine*. Ce n'est qu'au moyen du lever des plans que l'on peut savoir d'avance la profondeur à la-

quelle un puits recoupera une couche ou un filon dont on connaît l'inclinaison; quelle est la distance qu'il faut parcourir à travers la roche pour aller d'un point à un autre; quelle est la situation de tel ou tel travail souterrain par rapport à un édifice, à une fontaine, à un ruisseau, à une route ou à tout autre objet existant à la surface, et à quelle profondeur verticale on se trouve au-dessous de ces différens points; de combien une galerie d'écoulement doit monter en allant du dehors au dedans pour arriver à la partie la plus basse des travaux que l'on veut assécher; que l'on peut calculer par le cubage la valeur vénale d'un massif de houille ou de minerai, la durée d'un champ d'exploitation; savoir d'avance dans quel sens on devra marcher pour aller porter de l'air ou des secours en cas d'événement[1]. Or, on ne peut parvenir à la solution de toutes ces questions et de beaucoup d'autres encore, qu'à l'aide de la géométrie et de la trigonométrie; car l'expérience prouve que le séjour habituel d'une mine et la connaissance parfaite des travaux ne suffisent point pour donner une

1 Lors de la catastrophe de Beaujonc, les ingénieurs se servirent des plans d'une mine voisine pour diriger le percement précipité par lequel on sauva les malheureux qui auraient infailliblement péri, si l'on n'eût pas pu se diriger à l'aide d'un plan exactement dressé. Ce seul exemple ne devrait-il pas suffire pour engager tous les exploitans à faire lever les plans de leurs travaux?

idée exacte de leur situation respective ou de leur rapport avec la surface ; j'en ai fait souvent l'épreuve avec de bons mineurs, et je me suis convaincu que, lorsque l'on se détourne sous terre plus de trois fois de la direction primitive, l'homme le plus exercé perd entièrement la carte et se trompe du tout au tout. L'usage de la boussole est le seul moyen de se reconnaître, et il arrive souvent qu'elle donne un démenti si formel à l'idée qu'on s'était faite de sa propre position, qu'on a peine à se détromper, et que l'on recommence plusieurs fois la même opération avant d'adopter les résultats obtenus par l'instrument. On ne doit donc rien négliger pour se procurer la représentation la plus complète et la plus fidèle des travaux que l'on a dirigés soi-même ; car la plus légère erreur, la plus petite négligence, pourrait avoir de si grands résultats, qu'on ne saurait apporter trop de soins et recommencer trop souvent le même travail. Pour atteindre ce but essentiel, le moyen le plus sûr et le plus économique, comme le dit fort bien M. de Villefosse, c'est de commencer les plans et coupes d'une mine dès l'origine, de les vérifier constamment et de les augmenter à mesure que l'exploitation s'étend. « A combien de « dépenses et de dangers ne s'exposent-ils « donc pas, sans parler du tort qu'ils font à « la chose publique, ces exploitans, comme « il y en a trop en France, qui entreprennent

« ou poursuivent de vastes excavations et « souvent à une profondeur considérable, « sans savoir où l'on est allé avant eux, sans « prévoir où l'on pourra se porter dans quel- « ques années[1], » et tout cela pour n'avoir pas pris la peine de se servir d'une simple boussole et de tracer sur le papier la direction, la longueur et les sinuosités des travaux au fur et à mesure qu'on les a exécutés, et c'est pourtant à quoi se reduit l'art de lever les plans de mine. Que l'on cesse donc de s'effrayer de cette *géometrie souterraine*, dont le nom seul est imposant et qui est cependant à la portée de tout homme qui sait lire et écrire ; car les circonstances difficiles sont rares, et pour l'ordinaire l'usage de la boussole et le rapport sur le papier suffisent pour empêcher toute erreur notable et tout résultat facheux.

§. 1.er

Des instrumens.

Les ingénieurs des mines et certains directeurs apportent une espèce de luxe dans le choix et le nombre des instrumens qui composent ce que l'on appelle la *poche de mineur*, sorte de coffre qui se fixe autour du corps au moyen d'un ceinturon de cuir, et dans lequel on trouve deux ou trois instru-

1 Richesse minérale, tom. II, pag. 91.

mens indispensables et beaucoup d'objets superflus, dont on ne se sert jamais.

Quant aux instrumens du maître mineur, ils se réduisent à une boussole d'arpenteur, un niveau de maçon, deux règles, un compas et un pied métrique, et à l'aide de ce simple appareil il peut, avec de l'attention et de l'intelligence, lever le plan de ses ouvrages et en dessiner l'image exacte sur le papier: je dis exacte; car j'ai souvent éprouvé que, pour les petites distances, la méthode graphique diffère si peu des résultats du calcul, que l'on peut presque toujours s'en contenter; j'en excepte toutefois le cas où l'on aurait un grand percement à exécuter, tel qu'une longue galerie d'écoulement, un canal, etc.; et cette méthode mécanique a du moins l'avantage d'être à la portée d'un simple caporal qui ne sait que lire et écrire. Voici comment il doit opérer.

§. 2.

Manière d'opérer dans les travaux.

Il importe que la boussole soit divisée en trois cent soixante degrés continus et non pas en quatre fois quatre-vingt-dix degrés, comme il y en a beaucoup; il est bon qu'elle soit munie d'une alidade, et que l'aiguille soit parfaitement mobile. Il faut éviter, quand on relève les travaux, de porter des objets de fer dans ses goussets, comme clefs, couteaux,

etc., et si l'on n'a point de chaîne de laiton pour mesurer, il faut se munir d'une ficelle très-fine, que l'on fait tremper dans l'eau avant d'entrer dans la mine, afin qu'elle ne puisse pas se contracter davantage par l'humidité souterraine. Il faut deux hommes pour traîner la chaîne ou tendre la ficelle, et un troisième pour porter la lumière, le livret des notes, le double mètre, assister le caporal, etc.[1] Tout étant ainsi disposé, le maître mineur doit prendre la droite de la galerie qu'il veut relever, tenir la boussole devant sa poitrine et mettre le nord, qui est marqué d'une fleur de lis et du nombre trois cent soixante degrés, à sa gauche ou en avant. Si la galerie est très-tortueuse, il appuyera sa boussole contre une règle de deux mètres, et fera autant de stations qu'il y aura de fois cette mesure d'un bout à l'autre de la galerie : si, au contraire, elle ne fait que deux ou trois coudes, il fera tendre la ficelle d'un coude à l'autre, placera sa boussole bien parallèlement, et ne fera que deux ou trois stations : si, enfin, la galerie est parfaitement droite, et que l'on puisse apercevoir une lumière placée au fond et au milieu

---

1 Les Anglais éclairent leur boussole au moyen d'une très-petite bougie qu'ils collent au milieu du verre, ce qui évite l'embarras de la lampe et les inconvéniens qui peuvent résulter de l'approche du fer. Je me trouve fort bien de cette méthode et je la recommande ; toute la boussole est toujours parfaitement éclairée et jamais à contre-sens.

depuis la porte d'entrée, il visera dessus avec l'alidade, et on n'aura qu'une seule observation pour toute sa longueur. A chaque station le maître mineur aura à observer:

1.° Le nombre sur lequel le côté bleu de l'aiguille s'arrête, et 2.° la longueur de la station. Il l'écrira sur son petit livret, qui est disposé d'avance à cet usage, ainsi que nous le verrons bientôt; il notera en marge tous les points remarquables qui se trouveront sur son passage, à droite ou à gauche, tels qu'une galerie de traverse, une source, le changement de terrain, la rencontre d'un filon, etc., et il est bon que chacun de ces objets forme le départ ou la fin d'une station: ce sont des points de repères qu'il ne faut pas négliger et qui doivent figurer sur le dessin.

Je conseille de relever sans interruption les grandes galeries ou les principales voies, de les dessiner, de les vérifier et de revenir ensuite sur ses pas, pour relever les traverses et les détails. Tous ces petits ouvrages, dont on a simplement noté la place en passant la première fois, deviennent d'excellens moyens de vérification, surtout si on les rélève en partant du fond de la galerie principale, et si l'on mesure de nouveau la distance qui les sépare les uns d'avec les autres. Il ne faut pas changer le côté que l'on a choisi et adopté en commençant, tenir toujours le point nord de la boussole sur

sa gauche et n'observer que le bout bleu de l'aiguille ; car sans ces précautions et cette marche uniforme, il serait impossible d'obtenir un bon résultat et une image exacte et palpable des travaux souterrains d'une mine.

DISPOSITION *du Livret sur lequel on doit noter les stations d'un ouvrage simple et horizontal.*

ATELIER de	levé le	1828.
DIRECTIONS.	LONGUEURS.	*OBSERVATIONS.*
La Royale 350 degrés.	18 mètr.	Nord en avant côté droit.
14 —	20 —	Bord droit de la Louise, à gauche de la Royale.
1 —	25 —	Bord droit de la Sainte-Barbe, à droite dans la Royale.
348 —	18 —	
289 —	7 —	Fin de la Royale.
		(Voyez pl. XXX.)

Si, au lieu d'entrer dans les travaux de plain-pied comme je le suppose ici, on y pénètre par un puits, on en notera la profondeur verticale, que l'on aura prise au moyen d'un fil à plomb, ainsi que la largeur, la longueur ou le diamètre si c'est un puits rond, et arrivé au fond du puits, on opérera comme je viens de l'indiquer pour relever les galeries horizontales et inclinées.

DISPOSITION *du Livret sur lequel on doit noter les stations d'un ouvrage incliné, et dans lequel il y a des montées et des descentes.*

Atelier de		levé le		1828.
DIRECTION	LONGUEUR	MONTÉE.	DESCENTE.	OBSERVATIONS.
Louise.	Mètres.	Degrés.	Degrés.	
96	20	=	10	
75	10	=	10	
82	2	=	10	Bord droit de la Caroline.
104	2	=	9	Fin de la Louise.
S.te Barbe.				
288	10	5	=	
260	2	1	=	
278	13	6	=	
251	7	3	=	Entrée dans la chambre de S.te Barbe.
				(Voy. pl. XXX.)

Je conseille de commencer par relever l'ouvrage comme s'il était horizontal, de remplir les deux premières colonnes de ce nouveau livret comme dans le premier, et de ne remplir les troisième et quatrième, qui sont destinées aux inclinaisons montantes et descendantes, qu'après avoir relevé les degrés et les longueurs; seulement on aura soin de

faire tomber les stations de la boussole sur les points où la pente change d'une manière sensible, en sorte que l'on n'aura plus qu'à relever cette pente pour chaque station, et il y a d'autant moins d'inconvénient à partager ainsi l'opération en deux, que l'inclinaison ne peut s'exprimer sur le dessin du plan, mais seulement sur la coupe des ouvrages, qui ne peut se faire qu'à l'aide du plan, lequel doit toujours être dessiné le premier.

Il y a deux manières de prendre l'inclinaison ou la pente d'une galerie. La première, qui est la plus simple, consiste à se servir d'une règle de deux mètres et d'une autre d'un mètre seulement; de placer la première horizontalement et la petite parfaitement droite (pl. XXXI, fig. 1). On pose un à-plomb garni de son fil sur la règle horizontale, et on la fait monter et descendre en la faisant glisser sur la règle verticale, jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement de niveau; on remarque à quelle division le dessous de la règle horizontale répond sur celle qui est droite, et cette division indique de combien le terrain monte ou descend, soit que l'on commence par le haut ou par le bas de la galerie. La figure 1 marque que sur une longueur de 14 décimètres le terrain descend de A en B de 7 décimètres, ou en d'autres termes, qu'il descend de moitié de sa longueur, et que, s'il avait la pente de BC, il descendrait de toute sa longueur, etc., ce que l'on note dans les

quatrième et cinquième colonnes ou en ajoutant une M ou un D à côté du nombre qui exprime la pente, afin de se rappeler si c'est en montant ou en descendant. Lorsque la galerie a une pente uniforme, et qu'elle ne va point successivement de haut en bas et de bas en haut, il suffit de mettre une de ces deux lettres en tête de la colonne, et il est inutile de la répéter à chaque station : de cette manière il ne reste qu'à additionner la colonne des inclinaisons, pour avoir la pente générale ou la hauteur verticale entre deux étages d'une exploitation qui ne communiquent que par des percemens inclinés; car le but de cette opération n'est que de déterminer la différence de niveau entre deux ou plusieurs travaux souterrains, de chercher la pente d'une grande galerie et de déterminer rigoureusement la distance qui sépare un point d'avec un autre; ainsi, par exemple, la distance du point A au point B (pl. XXXI, fig. 2) n'est pas la ligne AB; mais sa projection horizontale A'D, et il est tout aussi essentiel de tenir compte de cette différence dans les travaux souterrains qu'à la surface; car, si on la négligeait, on placerait sur le plan les différens étages d'une exploitation à des distances plus grandes qu'ils ne le sont réellement, quand ils ne communiquent entre eux que par des galeries inclinées et non pas par des percemens verticaux; toutes choses que l'on ne peut point effectuer avec le niveau

d'eau et les voyans, à cause de l'obscurité et du peu de hauteur des travaux souterrains.[1]

Tel est le moyen le plus simple, mais non pas le plus expéditif.

Voici le second : L'on a un demi-cercle de cuivre le plus léger possible, divisé en deux fois quatre-vingt-dix degrés, et dont le point zéro se trouve au milieu du limbe ; il est garni d'un fil à plomb et armé de deux petits crochets (pl. XXXI, fig. 2). On se munit de deux règles, chacune d'un mètre de haut, que l'on place bien verticalement, et sur le bout supérieur desquelles on tend la chaîne ou la ficelle dont nous avons déjà parlé. On suspend le demi-cercle à cette chaîne ou cordon bien tendu, et l'on observe sur quel degré le fil à plomb s'arrête : c'est le degré de la pente du sol de la galerie ; car, lorsque le fil à plomb répond à zéro, cela indique que la ligne de suspension, qui est parallèle au sol, est horizontale, et quand elle est inclinée, l'angle formé entre la ligne horizontale et la ligne de suspension est le même que celui qui est marqué par le fil. Dans l'exemple

---

1 Une couche qui plonge de 2 degrés descend de 3 pouces par toise ; de 8 degrés, descend de 9 pouces ; à 10 degrés elle descend d'un pied ; à 21 degrés, de 2 pieds ; à 28 degrés, de 3 pieds, et à 45 degrés, de 6 pieds : c'est-à-dire qu'elle s'enfonce d'une quantité égale à sa longueur. Ces données ne sont pas rigoureuses pour les premières inclinaisons, mais cela peut cependant servir quand on explore la surface sans instrumens.

représenté dans la figure 2, cet angle est de vingt-cinq degrés.[1]

Quand on se sert de chaînes de laiton, l'on est dans l'usage d'y suspendre la boussole, comme le demi-cercle, de manière que, sans revenir à deux fois, on a du même temps la direction de la galerie sur une longueur donnée (ordinairement 10 mètres) et son inclinaison, en sorte que la disposition du livret est réellement simplifiée.

Mais en revanche on ne peut point avoir immédiatement l'inclinaison et le total de la pente par une simple addition, et l'on est obligé, pour l'obtenir, soit de tracer ces lignes sur le papier, soit de les calculer trigonométriquement pour chacune des stations ; ce que l'on obtient facilement, au reste, puisque l'on connaît les trois angles de chaque triangle et l'hypothénuse formée par le sol même de la galerie ; il est inutile de dire qu'il faut, après avoir noté les degrés de la boussole, ceux du demi-cercle et la longueur de la chaîne, recommencer immédiatement après, en partant du point où la station précédente a fini, et continuer ainsi jusqu'à l'extrémité de la galerie, en se tenant toujours du même côté, plaçant le nord de la boussole en

1 Suivant M. Dufrenoy, les Anglais, au lieu d'exprimer l'inclinaison d'une couche ou d'un filon avec l'horizon, indiquent généralement la tangente de l'angle que forme ce plan avec la verticale, en disant que la couche s'écarte de tant de pouces par toise de la verticale, etc.

avant et observant toujours la même extrémité de l'aiguille.

Si une mine a plusieurs issues au jour, ou que l'on veuille figurer sur le plan quelques objets extérieurs, on se conduira absolument comme pour les travaux souterrains : ainsi, par exemple, pour déterminer la place de la croix A (pl. XXX) par rapport au puits, on visera dessus avec l'alidade, on notera le nombre de degrés et l'on mesurera en droite ligne quelle est sa distance au puits, en ayant soin toutefois de niveler le terrain, s'il est inégal, avec un niveau d'eau ou autrement : si on ne pouvait pas l'apercevoir de l'entrée du puits, on ferait plusieurs stations et on les noterait comme pour les coudes d'une galerie.

§. 3.

Manière de rapporter les opérations sur le papier et de dessiner les plans.

Quand on a relevé ainsi les différentes issues d'une mine et les principales voies ou grandes communications de tout un atelier, il faut les tracer sur le papier, en se servant d'une échelle convenue, par exemple d'un millimètre pour mètre [1]; mais avant de com-

1 C'est l'échelle voulue pour les plans à fournir à l'Administration des ponts et chaussées et des mines ; mais elle est beaucoup trop petite pour le plan journalier du directeur. Je la propose de 3 mill. pour mètre, et cela suffit. La planche XXX est dessinée sur l'échelle voulue par la loi.

mencer, voici quelles sont les précautions qu'il faut prendre.

1.° Il faut choisir une table qui n'ait aucun clou de fer, visiter les tiroirs, pour s'assurer qu'ils ne contiennent rien de susceptible d'attirer l'aiguille de la boussole.

2.° Il faut coller une feuille de papier par les bords seulement, et afin qu'elle soit bien tendue, on aura soin de la mouiller légèrement avant, sur toute sa surface, avec un linge ou une éponge humide.

3.° Quand le papier sera sec et bien tendu, on tracera un cadre tout autour avec une simple ligne à l'encre. On posera la boussole de manière à ce que la ligne N. et S. soit parfaitement parallèle avec le côté droit du cadre; ce que l'on obtiendra aisement en faisant tourner la table sur elle-même: quand on y sera parvenu et que le point N. regardera le haut du papier, on marquera sur le plancher de l'appartement la place des 4 pieds de la table, afin de pouvoir la replacer facilement dans la même position, ou s'assurer qu'elle n'en n'a pas changé, ce que l'on peut vérifier en représentant la boussole sur le côté du cadre qui est parallèle à la ligne N. et S.: de cette manière les quatre côtés du cadre répondent à chacun des points cardinaux, et si l'on ne tient point compte de la déclinaison de l'aiguille, on datera le plan et l'on indiquera à côté du nord, que c'est le nord magnétique et non pas le nord

vrai : avec cette précaution et la date on peut se passer de tenir compte de la déclinaison, qui varie chaque année et qui est toujours consignée dans l'Annuaire du bureau des longitudes et la Connaissance du temps. Avant de commencer à dessiner, on jette un coup d'œil sur le livret, pour reconnaître dans quelle direction sont les plus grands travaux, afin de se placer plus à droite sur le papier, si les ouvrages s'étendent à gauche, et à gauche s'ils s'étendent à droite.

Tous ces petits préparatifs étant achevés, on commence à reporter sur le papier toutes les stations que l'on a faites dans la mine, en plaçant la boussole précisément comme elle était dans les travaux pour chacune des stations, et attendant avec patience que l'aiguille se soit arrêtée et que le bout bleu, si c'est celui que l'on a choisi, marque bien le même nombre de degrés que celui qui est indiqué sur le livret ; pendant que l'aiguille oscille à droite et à gauche, on prend avec le compas sur le pied métrique autant de millimètres qu'il y a de mètres indiqués pour cette station, on le marque en appuyant légèrement sur le papier, et l'on trace une ligne de cette même longueur avec un crayon fin, que l'on fait glisser le long de la boussole, qui sert de règle: voilà pour la première station.

Pour la seconde, si elle ne diffère de la précédente que d'un très-petit nombre de degrés, il faudra faire tourner la boussole

avec précaution ; afin de ne pas trop agiter l'aiguille et l'amener sur le nombre indiqué; quand elle y sera fixée, on marquera la longueur de cette seconde station avec le compas, dont l'une des pointes doit tomber sur l'extrémité de la première ligne; on la tracera avec le crayon, et l'on aura ainsi, et successivement, la direction, la longueur et la figure exacte du côté droit de la galerie qu'on aura relevée; mais comme cette galerie a une certaine largeur, on tracera légèrement à la main, et sans règle, une ligne légèrement ondée, parallèle à la première, dont l'éloignement figurera la largeur de la galerie. Que l'on jette un coup d'œil sur la planche XXX, et l'on verra l'effet produit par ces deux lignes dans le dessin de toutes les galeries. La ligne tracée à la règle indique le côté sur lequel on a opéré, et j'ai l'habitude de relever toujours le côté droit, de mettre le nord en avant et d'observer le côté bleu de l'aiguille ou le bout qui se termine en dard de flèche.

Lorsque l'on aura tracé les principales voies ou les plus grandes galeries, qui sont presque toujours des galeries de direction ou d'écoulement, on y rattache les traverses et tous les percemens secondaires que l'on a relevés en second lieu, et l'on parviendra ainsi à se procurer l'image exacte de toutes les parties d'une mine ; mais seulement à vol d'oiseau ou en projection horizontale. Cette première partie ne peut indiquer ni la pro-

fondeur des puits, ni l'inclinaison des galeries, ni la distance qui sépare un étage d'avec un autre; on dirait, si l'on s'en rapportait à ce premier dessin, que tout est sur le même plan, il en faut donc un autre pour avoir une idée exacte et pour compléter le premier.

Cette seconde partie s'appelle *coupe*, et je ne puis mieux la comparer qu'à celle d'une maison dont la façade est abattue et dont on voit d'un seul coup d'œil les différens étages et les escaliers qui y conduisent. La coupe d'une mine, ou sa projection verticale, suppose que le terrain est coupé d'aplomb, et laisse apercevoir les divers ouvrages qu'il renferme. Or, si l'on a noté la profondeur des puits et la pente des galeries montantes et descendantes avec soin sur le livret, et que l'on ait dessiné le plan avec exactitude; rien ne sera plus aisé que de tracer la coupe : car il suffira d'élever des verticales à l'extrémité des galeries tracées sur le plan, et de donner aux puits la même profondeur qu'on leur a trouvée en les plombant. Ainsi, dans l'exemple figuré pl. XXX, le puits de l'*Espérance*, qui ne présente que son embouchure sur le plan, se dessine sur la coupe avec toute sa profondeur, son puisard et la galerie de *Julie*, qui y débouche à une profondeur de 14 mètres. On voit que, de même qu'un plan seul ne donnerait pas une idée complète des travaux, une coupe seule n'en donnerait pas non plus une idée exacte; car,

en effet, si l'on n'avait pas le plan, on croirait que la *Sainte-Barbe* et la *Louise* se communiquent et traversent le puits, et cependant elles en sont bien loin; on n'aurait pas une idée juste du développement de la *Royale* et de la *Caroline*, qui ne sont là qu'en raccourci, etc. Cela est si vrai que l'on conseille généralement de faire deux coupes des mines, l'une dans le sens de la direction, et l'autre dans celui de l'inclinaison, et quand les travaux sont très-multipliés, que les gîtes que l'on exploite sont irréguliers, on est souvent obligé, pour éviter la confusion, de dresser des plans séparés de chacun des étages: le nom et les couleurs que l'on répète sur les deux projections, facilitent, il est vrai, et aident beaucoup à l'intelligence des plans, mais ils ne suffisent pas toujours; on ne saurait rien voir en ce genre de plus satisfaisant et de mieux entendu, que les plans de mine qui sont gravés dans le magnifique atlas de la Richesse minérale de M. Héron de Villefosse, et en cela, comme en beaucoup d'autres choses, on ne pourrait choisir un meilleur modèle.

On n'est pas dans l'usage de représenter les objets de la surface sur les plans de mine: je conviens que c'est une espèce d'anachronisme; mais néanmoins je suis d'avis qu'il y en a de certains que l'on doit y faire figurer, afin que l'on soit toujours en garde, et que l'on n'en approche jamais assez pour nuire

à leur solidité, si ce sont des routes ou des édifices, ou pour éviter les filtrations, si ce sont des ruisseaux ou des fontaines. On voit par exemple pl. XXX, qu'il eût été fort dangereux de prolonger la galerie *Julie*, puisqu'elle aurait infailliblement introduit les eaux du *coly* dans les travaux, etc. Or, si le plan n'offrait pas à chaque instant l'image de ce dangereux voisinage, on pourrait peut-être venir à l'oublier, surtout si l'établissement changeait de directeur ou de maître mineur.

C'est encore dans les mêmes vues que je conseille à mes confrères de figurer à la surface des terrains toutes les extrémités des principales galeries, dont ils continuent l'avancement avec des jalons ou voyans blanchis ayant la forme d'un index (pl. XXXI, fig. 3), et de les avancer chaque mois, dans la même direction que l'on a suivie, de la même quantité de mètres que l'on a exécutés, et en tenant compte de la pente extérieure ou de celle des travaux. De cette manière, et en se plaçant sur un point bien choisi, on se figure l'ensemble de ses travaux par rapport à la surface, et l'on sait toujours à point nommé sous quelle propriété l'on travaille, de quelle concession l'on s'approche le plus quand on a des voisins, si l'on marche contre un terrain qui se montre différent à la surface, etc. : toutes choses fort essentielles à bien connaître, et qui ne demandent que quelques instans tous les mois, en même temps

que l'on mesure l'avancement et que l'on met le plan à jour, chose que l'on ne doit pas négliger et qu'il ne faut pas laisser arriérer.

L'Administration a conseillé aux directeurs l'usage des plans maillés, et c'est une très-bonne chose, que j'ai adoptée depuis longtemps; cela est fort commode pour la correspondance, soit avec l'ingénieur du département, soit avec son Administration, qui doivent avoir un double des plans. Je suppose, par exemple, que la galerie *Caroline* ait été faite dans l'année, et que vous désiriez donner une idée juste de sa figure et de sa direction; il vous suffira d'envoyer le carré de mailles compris entre G 2, K 2 (pl. XXX), pour qu'on puisse la mettre exactement à sa place sur le plan qui ne la contiendra point encore. Ce sont des longitudes et des latitudes, à l'aide desquelles on s'entend sans périphrase: ainsi, par exemple, l'on dira que la croix de fer A se trouve à l'intersection de la ligne N avec la ligne 3, et on la placera sans hésiter et d'une manière précise, quand bien même les plans de votre correspondant ne seraient pas sur la même échelle que le vôtre.

Le plan idéal et très-simple que je donne ici pour exemple, est celui d'un filon dont la direction représentée par la galerie *Royale* est à peu près du nord au sud, qui s'enfonce à l'ouest et dont l'affleurement devrait être à l'est dans le lit du *coly* : à l'extrémité de la galerie *Sainte-Barbe* il se serait trouvé un

renflement qui aurait motivé cette chambre circulaire, et la galerie *Caroline* aurait été poussée sur une branche accidentelle, tandis que la *Louise*, la *Julie* et la *Sainte-Barbe* auraient suivi le filon principal dans le sens de son inclinaison.

Les plans de houillères sont généralement plus réguliers, et comme l'exploitation se fait ordinairement par tailles ou par chambrées, ils présentent de grandes places exploitées, qu'on trouve rarement aussi étendues dans ceux des mines métalliques.

J'ai vu des plans de houillères où les travaux seuls étaient figurés en blanc et où les massifs étaient réservés en noir; c'est peut-être plus exact à la rigueur que de faire l'inverse; mais cette méthode a le grand inconvénient de ne pouvoir représenter les accroissemens successifs des travaux, parce que les parties où il faudrait les tracer, sont colorées en noir. Tels sont les plans des houillères de Liége, gravés dans l'ouvrage de Morand, et tels étaient aussi les anciens plans des houillères de l'Allier que j'ai vus à Fins en Bourbonnais.

Donner une idée juste de la figure et de la disposition relative des différens travaux d'une exploitation, n'est pas, à beaucoup près, tout le parti qu'on peut tirer d'un plan de mine; il est une foule d'autres services qu'il nous rend journellement, et qui nous seraient absolument refusés, si l'on négligeait de le

dresser avec exactitude. On peut s'en servir comme d'une carte géographique, pour connaître la distance d'un point à un autre : ainsi je suppose, par exemple, que l'on ait intérêt à savoir quelle différence de hauteur il y a entre l'entrée de la *Caroline* et la chambre de la *Sainte-Barbe* entre *e* et 8 ; le compas ouvert de 8 à *e'* vous apprendra qu'il y a 18 mètres, et une autre ouverture, portée de *e* en *e'* vous apprendra, en se servant de l'échelle, qu'il y aurait 75 mètres de galerie à percer pour arriver perpendiculairement au-dessous de cette excavation et suivant telle direction.

Je suppose que la *Caroline* débouche au jour dans un profond ravin et que l'on veuille profiter de cette circonstance pour évacuer les eaux du puisard au lieu de les monter à grands frais avec des tines ou autrement ; on mesurera cette distance avec le compas sur le plan et non pas sur le coupe, et l'on trouvera ce qu'il y aurait de mètres de galerie à percer, pour arriver à ce point, dont on connaîtra par le même moyen la hauteur par rapport à la *Caroline*, qui devrait être de niveau, ou un peu plus basse, pour remplir le but qu'on se propose. Je pourrais ajouter une foule d'autres circonstances où les plans et les coupes des mines sont indispensables ; car bien qu'une grande partie de ces problèmes puissent se résoudre par le calcul et à l'aide des tables des logarithmes et des sinus, il en est

d'autres qne l'on résoudrait plus exactement par la méthode graphique que par la trigonométrie; tel est, par exemple, celui qui tendrait à déterminer la longueur de la galerie qui ferait communiquer le puisard avec la *Caroline:* d'ailleurs, l'un n'exclut pas l'autre, et, comme je l'ai déjà dit, on devra se servir des calculs trigonométriques pour déterminer d'avance à quelle profondeur on recoupera une couche par un puits vertical, ou à quel point il faut se placer pour la recouper par un puits d'une profondeur donnée.

§. 4.

Résolution des triangles par les tables trigonométriques.

La couche, le puits et la surface forment un triangle rectangle ABC (pl. XXXI, fig. 4), dont tous les angles sont connus. Si le puits doit avoir 288 mètres, à quelle distance faut-il qu'il soit de l'affleurement A? ou combien aura de mètres le côté AC?

Formule.

Sin. A : BC :: sin. B : AC.

Logarith. sin. A 30°, compl. arith.	0,30103 [1]
Logarith. 288^{m} BC.	2,45939
Logarith. sin. B. 60°.	9,93753
	12,69795

1 Exemple pour prendre le complément arithmétique du sinus A de 30 degrés. On trouve, dans les tables pour le sinus de 30 degrés, 9,69897; on soustrait le premier chiffre à droite

Cherchez ce logarithme avec 2 à la caractéristique seulement au lieu de 12, et vous trouverez qu'il répond à 499 ; c'est-à-dire qu'il faudra s'éloigner de 500 mètres seulement, pour qu'un puits de 300 mètres, dont on en sacrifierait 12 pour le puisard, puisse recouper une couche inclinée de trente degrés avec l'horizon à une profondeur de 288 mètres.

Supposons maintenant que l'on veuille faire l'inverse ; c'est-à-dire que, connaissant l'affleurement d'une couche et son inclinaison, et désirant faire un puits à 500 mètres de l'affleurement, on demande à quelle profondeur il faudra descendre pour la recouper, et quelle sera la hauteur inclinée du massif que ce percement asséchera ?

Cette question se réduit à chercher le côté BC et l'hypothénuse, qui ici est la couche elle-même, AB.

Formule pour le côté BC.

Sin. B : AC :: sin. A : BC.

Sin. log. de 60°, compl. arith. .	0,06247
Log. 500^{m}.	2,69897
Log. sin. 30.	9,69897
Logarithme	12,46041, qui

répond dans les tables à 289^{m}.

---

de 10, et tous les autres du nombre 9, et l'on a : 7 de 10, reste 3, — 9 de 9, 0, — 8 de 9, 1, — 9 de 9, 0, — 6 de 9, 3 — et 9 de 9, 0, ou 0,30103 : c'est le complément cherché.

Formule pour l'hypothénuse AB.

Sin. B : AC :: rayon : AB.

Log. sin. 60°, compl. arith. .	0,06247
Log. AC 500^{m}.	2,69897
Log. rayon	10,00000

Logarithme. . . . . 12,76144, qui répond dans les tables à 577 mètres.

Quoique les triangles obliques se rencontrent rarement dans les plans de mine, voici la manière de résoudre les cas où l'on connaît, 1.° un côté et deux angles, 2.° deux côtés et un angle non compris (pl. XXXI, fig. 5).

Premier cas. Le côté AB et les deux angles A et B sont connus. Pour avoir un des autres côtés on fait cette proportion : sin. C : AB :: sin. A : BC.

Log. sin. 70°, compl. arith. .	0,02701
Log. AB. 51^{m}.	1,70757
Log. sin. 50° A	9,88425

CB côté cherché. Log. . . . . 11,61883, qui dans les tables répond à 41^{m},50.

Second cas. Les côtés AB, CB et l'angle C sont connus. On aura un autre angle avec la proportion suivante : AB : sin. C :: CB : sin. A.

Log. AB. 51^m, compl. arith. .	8,29243
Log. sin. C 70°	9,97299
Log. BC 41^m 50.	1,61805
Logarithme.	19,88347, qui

répond dans les tables à 49° 53′.[1]

On trouve à la fin de la Géométrie souterraine du savant ingénieur Duhamel père, des tables de sinus très-commodes dans la

---

[1] *Usage des tables des logarithmes des nombres et des sinus.*

Les tables portatives des logarithmes des nombres de Lalande sont calculées jusqu'à 10000. Ce chiffre est assez fort pour les besoins de la pratique, et il est au reste facile de le porter plus haut en augmentant la caractéristique.

Pour trouver dans les tables le logarithme d'un nombre, de 2180 par exemple, on cherche cette somme dans la colonne des nombres; celui qui se trouve vis-à-vis dans la colonne des logarithmes est le logarithme cherché : ainsi il est de 333846. Si, au lieu de 2180, on avait 21800, on aurait 4 à la caractéristique au lieu de 3 = 4,33846. Ce moyen est suffisant lorsqu'on n'a pas besoin d'une exactitude astronomique; d'ailleurs on peut recourir aux tables de Callet, qui sont calculées jusqu'à 108000.

Les logarithmes des sinus, cosinus, tangentes, cotangentes pour chaque degré et chaque minute, sont disposés par colonnes, comme les logarithmes des nombres. A la première page on trouve le logarithme du sinus d'un arc de 1°, le logarithme du cosinus d'un arc de 1°, etc.; arrivé à 44° 59′, les degrés sont au bas des pages. Ils se cherchent en revenant sur ses pas, et leurs logarithmes se trouvent alors dans la colonne des cosinus; ceux des tangentes, dans la colonne des cotangentes, etc. Pour avoir le logarithme du sinus d'un arc de 78° 35′, on cherche 78° au bas des pages, et l'on remonte la colonne des cosinus jusqu'à ce que l'on soit arrivé au logarithme qui répond à 35 minutes.

pratique, et qui mériteraient d'être réimprimées sous un format plus portatif que celui sous lequel on les a publiées. Au moyen de ces tables, connaissant la base et les deux angles, on trouve de suite et sans calcul les deux autres côtés du triangle. Cet ouvrage, dont j'ai déjà parlé plusieurs fois, est recommandable sous beaucoup d'autres rapports, tant par les détails techniques qu'il renferme sur l'art des mines, que par le grand nombre de problèmes de trigonométrie applicables à l'exploitation dont il offre la solution. Ce bon livre n'a peut-être contre lui que son malheureux format in-4.°, qui l'a toujours rendu cher et incommode; aussi je me plais à y renvoyer les personnes qui ne se contenteraient point de ce que j'ai cru devoir dire sur l'application de la géometrie à l'art d'exploiter les mines, et qui trouveraient trop abrégées les tables des sinus calculés de M. de la Chabaussière, que nous donnons à la fin de ce chapitre. On voit qu'en agissant ainsi, mon intention a bien moins été de publier quelque chose de complet, que d'écarter tout cet appareil scientifique, qui n'a eu d'autre résultat jusqu'à présent, que d'effrayer ou de dégoûter les ouvriers et les chefs d'atelier, en leur persuadant que ce qu'on leur demandait était beaucoup au-dessus de leur intelligence.

J'ai essayé de présenter la chose sous un point de vue plus simple, et comme je suis

parvenu à former par ce moyen l'un des meilleurs maîtres mineurs qui existent en France, je l'offre ici avec toute confiance.

§. 5.

Observations sur quelques circonstances particulières.

Quelques minerais de fer ont la propriété d'agir sur l'aiguille aimantée et de la forcer à se déranger de sa direction naturelle : or, on conçoit que si l'on avait à lever le plan des travaux faits à travers de tels minerais, il faudrait renoncer de toute nécessité à l'usage de la boussole, et chercher à la remplacer par un moyen où l'aiguille aimantée ne fût comptée pour rien, puisqu'il est certain qu'on n'obtiendrait jamais par elle que des résultats absolument faux. Il a donc fallu recourir à d'autres intrumens que la boussole, et ces instrumens sont des rondelles de cuivre divisées absolument comme la boussole en heures ou en 360 degrés continus, et qui portent, au lieu d'aiguille aimantée, un index en cuivre qui se termine par un crochet à l'une de ses extrémités, et qui est fixé au centre de manière à pouvoir faire le tour de la rondelle comme l'aiguille d'une montre. Il est bon d'avoir trois de ces rondelles, qui se fixent sur des bouts de planche au moyen de deux vis.[1]

---

[1] Duhamel, Géométrie souterraine, page 173, et figures 2

Lorsque l'on veut faire usage de ces rondelles graduées, il faut commencer par s'éloigner assez des objets qui agissent sur l'aiguille aimantée, afin de pouvoir déterminer par son moyen la direction d'une première station, soit à l'entrée des travaux, soit en dehors. On tend un cordon ou une chaîne qui s'attache d'un bout au point de départ, et de l'autre au crochet de l'index d'une première rondelle qui est fixée convenablement, et comme ce cordon est parfaitement parallèle à l'aiguille, qu'il en est pour ainsi dire le prolongement, on fait tourner la rondelle jusqu'à ce que le même degré que marquait l'aiguille sur la boussole se trouve à son index, et on l'arrête là par une vis de pression. Après avoir fait les observations d'usage, savoir, la direction, la longueur, etc., de cette première station et les avoir successivement portées dans les colonnes du livret, on procède à la seconde station; mais ici, comme on suppose que l'aiguille serait dérangée, on supprime complétement la boussole.

Laissant donc la première rondelle à la place qu'elle occupait quand on l'a mise momentanément en communication avec la boussole, on en va placer une seconde au point où la deuxième station doit finir. On dé-

---

et 4 de la planche IV. — Jars, Voyages métallurgiques. — H. de Villefosse, Richesse minérale, etc.

tache l'extrémité du cordon du point de départ où il était attaché, et on va la fixer au crochet de l'index de la deuxième rondelle; et comme l'indicateur de la première a suivi la chaîne dans son mouvement autour du centre, le cordon ou la chaîne se trouve ainsi tendu de l'extrémité d'un index à l'extrémité de l'autre. Maintenant que l'on observe le degré marqué par la première rondelle, et ce sera évidemment le même que l'aiguille de la boussole eût indiqué, on fait tourner la deuxième rondelle jusqu'à ce que son index marque ce même degré ; on s'y arrête, et l'on continue ainsi dans toute l'étendue des travaux. Rien n'empêche ensuite de se servir d'une boussole pour dessiner tous ces angles sur le papier.

Au lieu des rondelles graduées, dont l'usage est assez minutieux, on emploie quelquefois de simples planchettes couvertes de papier, sur lequel on trace par des lignes, au lieu de l'exprimer par des nombres, les angles que forme la projection horizontale des stations consécutives, et il est ensuite extrêmement aisé de rapporter ces angles sur le plan définitif. C'est à peu près ainsi que de pauvres paysans mineurs qui ne savent ni lire ni écrire, mais qui sentent cependant quelquefois la nécessité de se représenter leurs propres travaux, se servent de petits bâtons croisés qu'ils présentent horizontalement à chaque coude de la galerie qu'ils veulent relever,

marquent avec des entailles les intersections de ces morceaux de bois, et parviennent, très-imparfaitement sans doute, à se former une espèce de plan, qui certes n'est pas exact, mais qui vaut encore mieux que rien.

Quand on a réglé l'entrée de la galerie avec la boussole, et qu'il faut suivre cette direction sans dévier ni à droite ni à gauche pour arriver par le plus court chemin possible au point que l'on veut atteindre, les simples mineurs, à qui l'on donne ordre d'aller droit devant eux, se servent de la lumière de leur lampe pour s'assurer qu'ils ne se détournent point: pour cela, ils mettent la flamme tout-à-fait contre la paroi qu'ils veulent dresser, ils se placent un peu en arrière, et s'il se fait une ombre, c'est une preuve que l'on est trop entré; si, au contraire, le côté fait saillie, c'est la preuve qu'il faut entrer davantage. Par ce moyen bien simple j'ai vu pousser des galeries parfaitement droites sur une très-grande longueur, et il est d'autant meilleur qu'il peut se vérifier à chaque instant.

Un instrument moins incommode que les rondelles graduées, et qui remplit absolument le même but, puisqu'il ne porte point d'aiguille aimantée, c'est le graphomètre souterrain; instrument qui consiste en une plaque circulaire, que l'on place solidement et dans une position horizontale par le moyen d'un niveau à bulle. Cette plaque ou plate-forme est divisée sur son limbe en degrés et en

heures. Sur ce limbe repose une alidade mobile circulairement, qui sert à indiquer les degrés et par conséquent les directions; cette alidade est surmontée d'une autre plaque verticale, à laquelle elle est solidement fixée. Cette plaque verticale est tronquée dans sa partie inférieure, et sa forme représente les deux tiers d'un cercle; elle est divisée en 121 degrés de chaque côté : elle sert, à l'aide de deux alidades garnies de crochets, à indiquer les angles d'inclinaison. Ainsi, lorsqu'on est parti d'une direction connue, laquelle peut pour la première opération être déterminée avec la boussole, ou mieux encore à l'aide d'une méridienne passant par l'un des points principaux de la mine, on peut avec facilité diriger l'instrument vers un lieu quelconque, et exécuter tous les plans nécessaires pour les travaux de mine, sans le service de l'aiguille aimantée, et prendre en même temps les directions et les inclinaisons, puisque dans toutes les opérations il ne s'agit que d'observer les angles présentés par l'instrument, de mesurer la longueur des lignes, et de calculer des triangles rectangles dont on connaît trois choses.

Lorsqu'on est appelé à relever le plan d'une vaste et ancienne exploitation, que les excavations sont nombreuses et irrégulières, il faut, avant de commencer, faire une reconnaissance générale des lieux, les parcourir plusieurs fois, et s'aider, si cela est possible, de

l'assistance de quelque ouvrier du pays qui ait travaillé dans ces travaux, s'assurer qu'il n'existe de mauvais air nulle part, et se préparer enfin au travail que l'on s'est proposé d'exécuter.

Il faut, comme je l'ai dit ailleurs, commencer à relever les plus grandes voies et laisser à chaque point où l'on s'arrête pour recommencer ailleurs, le nom écrit de la galerie que l'on aura relevée; nom qu'il faut lui donner absolument si elle n'en a pas déjà, et pour que l'humidité ou les rats, qui abondent quelquefois dans les souterrains, ne détruisent pas ces marques, on enfermera le papier plié dans un morceau de bois fendu. Quelques marques faites avec de la chaux sur les parois des galeries, avertiront que l'on a déjà passé par là, et qu'il faut se défier de faire un double emploi. Quand on en vient à relever les petites traverses, il faut aussi les nommer toutes, afin d'éviter de les mesurer deux fois, et comme on écrit toujours difficilement dans l'intérieur d'une mine, où l'eau et la boue ne manquent presque jamais, il faut avoir une provision de carrés de papier portant chacun un nom écrit très-lisiblement, que l'on n'a plus qu'à plier. Il faut, autant que possible, choisir ces noms sonores, faciles à prononcer et à retenir pour les ouvriers; car cette nomenclature des galeries d'une mine est destinée au même usage que la nomenclature des rues d'une

ville, et quand on a épuisé les plus beaux noms de la liturgie des Saints, rien n'empêche d'emprunter ceux des grands hommes, des grands capitaines et des principales victoires, et rien ne s'oppose, si l'on veut, à ce que l'on puisse diviser et grouper tous ces noms dans des quartiers distincts, qui, désignés sous les noms de quartiers des apôtres, des preux, des belles, des victoires, etc., permettent d'indiquer tout un canton d'une mine par un seul mot.

J'ai fait l'essai de cette méthode de nomenclature, lorsque je fus chargé, en 1824, de relever les plans de toutes les mines de houille de l'Aveyron que M. le duc de Cazes venait d'acquérir, et je me suis convaincu qu'elle offrait plusieurs avantages et aucun inconvénient. Ceux qui n'ont jamais vu que de très-petites exploitations, pourraient trouver toutes ces précautions inutiles; mais j'en appelle à ceux qui ont eu à débrouiller quelques-uns de ces grands labyrinthes, où l'on peut marcher plusieurs heures sans repasser par la même galerie, où l'on monte et descend à chaque instant, où rien n'est droit, où l'on trouve des espèces de carrefours où quatre à cinq issues viennent aboutir, et ils conviendront avec moi qu'il n'y a rien d'exagéré dans ce que je propose ici.

§. 6.

Remarques sur la construction de la boussole des mineurs et autres instrumens.

Malgré tout ce que l'on a dit contre l'usage de cet instrument, l'expérience l'a suffisamment vengé, et je pense comme M. de la Chabaussière, directeur des mines de houille de Montrelais, que c'est encore le meilleur de tous ceux qu'on a cherché à lui substituer sous divers prétextes plus ou moins mal fondés. Néanmoins je crois que la boussole actuelle, celle que nos constructeurs nous vendent, pourrait être encore plus commode en y faisant de légers changemens, dont je vais indiquer ici les principaux.

1.° Je demande irrévocablement la division en 360 degrés continus, et non pas en quatre fois 90 degrés, comme quelques constructeurs se sont entêtés à l'exécuter; 360° se trouve au N., 90° à l'E., 180° au S. et 270° à l'O.; que les degrés soient divisés en deux et cotés successivement de 10 en 10[1] (pl. XXXII).

---

1 Dans presque toute l'Allemagne et dans les mines les mieux conduites, on se sert de boussoles divisées en heures; les unes présentent 12 heures consécutives placées comme celles d'un cadran, et alors midi répond au N., 3 h. à l'E., 6 h. au S., et 9 h. à l'O. Mais d'autres présentent deux fois 12 heures, et alors midi répond au N., 3 h. au NE., 6 h. à l'E., 9 h. du soir au SE., et minuit au S.; 3 h. du matin au SO., 6 h. à l'O., et 9 h. au NO. En sorte que la direction et le pendage d'un filon ou d'une couche s'expriment en heures et fractions

2.° Je voudrais que l'aiguille eût une forme particulière du côté qui doit se tourner au *nord*. La couleur bleue que l'on est aujourd'hui dans l'usage de donner à la moitié de l'aiguille, n'est point suffisante pour se faire distinguer quand on est mal éclairé et qu'il est tombé de l'eau sur le verre qui recouvre la boussole. La forme d'une flèche ou d'un petit javelot était préférable, et je voudrais qu'on y revînt.

3.° Je voudrais que le pivot de l'aiguille, dont la chappe doit toujours être en calcédoine, fût un peu plus haut, afin que l'aiguille fût moins sujette à toucher et à s'arrêter quand on vient à ne point tenir l'instrument parfaitement horizontal.

4.° Comme on doit toujours dessiner avec la même boussole qui a servi à opérer dans les travaux, je voudrais que le rapporteur de cuivre dans lequel on la fixe pour tracer sur le papier, portât deux boutons, l'un rond et l'autre triangulaire; et que le nord de la boussole ne pût jamais se trouver qu'en regard du bouton triangulaire, chose extrêmement aisée, puisqu'il suffit, pour empêcher toute méprise, de réserver une très-petite saillie à la boussole et une légère échancrure dans le rapporteur pour la rece-

---

d'heures, ce qui est infiniment plus long et plus compliqué que de l'indiquer, soit par rapport aux points cardinaux, soit tout simplement en degrés, comme nous l'avons toujours fait jusqu'ici.

voir. De cette manière, le N. serait toujours placé de même dans le rapporteur, et la forme particulière du bouton du N. avertirait si l'on venait à cesser de mettre ce point en avant sur le dessin, comme on l'a toujours dû mettre en relevant les travaux.

5.° Je demanderais surtout que les grands côtés du rapporteur fussent taillées en biseau et divisées en millimètres, dont le point zéro serait au centre et les nombres de droite et de gauche jusqu'à chaque extrémité. Cette petite précaution peut éviter un compas, une règle, un pied métrique ou une échelle; je la recommande particulièrement.

6.° Enfin, je demanderais encore que la boîte qui renferme habituellement la boussole, fût disposée à peu près comme celle des arpenteurs, qu'on pût s'en servir pour lever dans l'intérieur toutes les fois qu'on ne voudrait pas suspendre l'instrument, et à l'extérieur en y fixant une alidade amovible. La seule différence c'est que la boîte, au lieu d'être parfaitement carrée, serait plus longue dans un sens que dans l'autre.

A tous ces perfectionnemens je voudrais qu'on en ajoutât encore un fort essentiel, c'est celui de diminuer le prix de cet instrument, de ne point chercher à en faire un bijou, et de ne mettre de luxe que dans la précision de la division du limbe et du rapporteur. Il faut en venir à pouvoir fournir une bonne boussole de mineur pour 50^{f}, et

c'est à quoi nos constructeurs doivent viser : alors ils en vendront beaucoup ; chaque caporal voudra posséder la sienne en toute propriété, il s'en servira, s'habituera à la manier en tout sens, il la soignera comme sa montre et tout en ira mieux. La planche XXXII donne une idée de la boussole telle que je la voudrais voir exécuter.

La boussole de poche.

Cette petite boussole, qui a la forme d'une montre, est excessivement commode dans les voyages, et particulièrement dans l'exploration de la surface d'un terrain sur lequel on cherche des indices. Elle doit être divisée comme la grande et porter en sus les lettres indicatives des quatre points cardinaux. On y a même apporté un petit perfectionnement, qui paraît être au premier abord une faute de transposition. Le voici : on a placé l'E. à la gauche du N., et l'O. à sa droite, mais c'est exprès et afin que l'aiguille marque la véritable direction d'une couche, qui, se dirigeant, je suppose, au NO., force l'observateur qui tient l'instrument de se tourner à l'E., tandis que l'aiguille ne bouge pas de place. En effet pendant que l'observateur pivote sur lui-même, les divisions passent sous l'aiguille en sens inverse, et quand on juge que l'on est bien dans le sens de l'objet dont on cherche à déterminer la direction, le côté bleu de l'aiguille marque positivement

dans quel sens la couche s'incline ou quelle est sa direction, celle d'une vallée, etc. Sans cette précaution on serait obligé de se servir de l'indication donnée par la côté blanc. Tout ceci, au reste, se comprend aussiôt que l'on a l'instrument entre les mains, et il serait superflu d'insister davantage.

Outre l'usage de cette petite boussole pour prendre la direction d'une couche, d'une vallée ou de tout autre objet, on y a ajouté un segment de cercle divisé en degrés avec un petit aplomb, et afin que l'on puisse s'en servir sous ce nouveau point de vue, on fait sortir de l'intérieur de la boîte une petite pièce qui permet de la faire toucher par deux points à la fois sur un même plan horizontal: mais il faudrait que l'on pût faire saillir une autre pièce semblable du bord opposé, afin de pouvoir prendre l'inclinaison du toit des couches, tandis qu'on ne peut apprécier, par son moyen, que l'inclinaison des couches sur lesquelles on peut la poser. M. Gardien, ingénieur des mines, conseille cette addition, et je la recommande comme lui à ceux qui construisent ces petites boussoles[1] qui coûtent 60f.

---

1 M. Rochette, opticien, quai de l'Horloge près le Pont-neuf à Paris, exécute ces boussoles, et tous les instrumens qui tiennent à l'art des mines, avec beaucoup de soin.

La chaîne de laiton.

La chaîne de laiton que l'on recommande pour le lever des plans de mine, tant pour mesurer que pour suspendre la boussole et le demi-cercle, a l'avantage de ne point changer de longueur par l'alternative de l'humidité et de la sécheresse; mais elle présente l'inconvénient de se mêler à chaque instant, de se plier, et par conséquent de se raccourcir. J'aime tout autant une ficelle bien humectée pour l'intérieur.

§. 7.

De la manière de tracer une méridienne et d'apprécier la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Je terminerai ce que j'avais à dire au sujet de l'art de lever les plans de mine, en rappelant à ceux qui ne l'auraient plus présent à la mémoire, le moyen le plus simple de tracer le méridien, et d'obtenir par conséquent, sans le secours de la boussole, le nord vrai du lieu où l'on se trouve.

On fixe sur un plan rendu parfaitement horizontal avec un niveau à bulle d'air, un style dans une position à peu près perpendiculaire; avec un aplomb à pointe on détermine exactement le point du plan qui répond au sommet du style, et de ce point, pris pour centre, on décrit deux ou trois arcs de cercles concentriques, ensuite on observe dans la ma-

tinée le point où l'ombre projetée par le style coupe l'arc de cercle, et l'on marque exactement cette intersection. On fait la même observation dans l'après-midi, et l'on marque de nouveau l'intersection de l'ombre avec l'arc de cercle. La ligne menée par ces différens points est la méridienne cherchée, et la ligne qui la coupera perpendiculairement indiquera, par conséquent, le vrai nord. Pour avoir la déclinaison de l'aiguille aimantée, il ne s'agit plus que de présenter parallèlement à la ligne vrai nord, un des côtés de la boussole; on voit alors de combien de degrés l'aiguille dévie, et de quel côté.

Afin d'obtenir un résultat plus juste, on présente au vrai nord successivement les quatre côtés de la boussole, et l'on divise par quatre le nombre total des degrés observés à chaque tour : le quotient donnera la déclinaison fort approchée de la réalité.

§. 8.

De la réduction des plans.

L'on est souvent forcé de faire la copie d'un plan sur une échelle plus grande ou plus petite, et cela devient une opération aussi longue qu'elle est fastidieuse, si l'on n'a pas un moyen quelconque d'abréger. A ce sujet M. de la Chabaussière, que j'ai déjà eu occasion de citer plusieurs fois, avait fait exécuter un instrument aussi simple qu'il

était expéditif; il le nommait *minomètre* : il consistait en une seule et unique règle de bois de 2 pieds de long, portant une échelle à l'un de ses bouts, et une autre double ou triple à l'extrémité opposée, de manière que lorsqu'il voulait, je le suppose, copier un plan de 1 millimètre pour mètre sur une échelle de 3 millimètres pour mètre, il fixait sa règle sur la table par l'une de ses extrémités au moyen d'une vis autour de laquelle elle pouvait tourner. On plaçait le petit plan sous la petite échelle, une feuille de papier blanc sous la grande, et l'on présentait le minomètre sur toutes les extrémités et les intersections des lignes, en même temps que l'on marquait tous ces points avec la grande échelle sur la feuille blanche, et l'on conçoit que, l'échelle étant triple, la copie devenait triple aussi.

La copie au carreau, qui est connue de tout le monde, est aussi fort bonne, d'autant plus que tous les plans doivent être maillés, ainsi que nous l'avons exposé ci-dessus.

TABLES *des sinus calculés de M.* De la Chabaussière, *ancien Inspecteur général et honoraire des mines.*

Manière de s'en servir.

La première ligne de chiffres qui est en tête de chaque table, indique le nombre de mètres de la ligne d'opération, ou de l'hypothénuse, depuis un jusqu'à dix.

Les deux premières colonnes à gauche, portant le titre de degrés, indiquent l'inclinaison de cette même ligne d'opération d'un à quatre-vingt-dix degrés et leurs sous-divisions par quarts. On remarquera que les deux nombres réunis forment toujours quatre-vingt-dix degrés, parce que les deux angles que la ligne d'opération fait avec la verticale et l'horizontale, égalent toujours un angle droit.

Enfin les dix colonnes de chiffres qui sont à la droite de celles des degrés, contiennent la longueur de la ligne horizontale et la longueur de la ligne verticale, par rapport à celle d'opération et aux angles qu'elle fait avec les deux premières lignes.

On se souviendra seulement que, quand l'inclinaison ne dépasse pas quarante-cinq

degrés, le première ligne indique la longueur de l'horizontale, et la seconde celle de la verticale ; tandis que toutes les fois que l'inclinaison est plus grande que quarante-cinq degrés, la première ligne indique la longueur de la verticale et la seconde celle de l'horizontale. Quelques exemples vont achever de mettre l'usage de ces tables dans tout son jour.

Je suppose que la ligne d'opération AB (pl. XXXI, fig. 4) ait 10 mètres de long, et que l'angle qu'elle fait avec l'horizon soit de trente degrés. On demande la longueur du terrain AC et la profondeur du puits CB ?

Cherchez 30 degrés dans les tables, vous trouverez vis-à-vis, dans la colonne des 10 mètres, les nombres 8,66 et 5,00 ; ce qui signifie que la ligne AC a 8^{m},66 ou 26 pieds de long, et que le puits CB a 5 mètres ou 15 pieds. Quant au nombre 60, qui est à gauche de 30 dans la première colonne des degrès, il indique la valeur de l'angle B, formé par le puits et la ligne d'opération.

Maintenant retournons la figure et supposons que BC représente l'horizontale, CA la verticale, et que l'angle formé par la ligne d'opération AB et l'horizontale soit de 60 degrés : voici comment il faudra opérer.

On cherchera 60 dans la colonne des degrés, on se portera vis-à-vis à la dixième colonne, et l'on trouvera encore les mêmes nombres 8,66 et 5,00 ; mais dans ce nouveau

cas, où l'angle cherché est plus grand que 45 degrés, 8,66 est la longueur de la verticale et 5,00 celle de l'horizontale; et ainsi de suite, pour tous les angles contenus dans ces tables.

Supposons maintenant qu'au lieu d'avoir des stations sans fractions de mètres, on se trouve à la fin d'une galerie avec une ligne de 8^m,50 et un angle de 25 ¼ degrés; voici comment on devra s'y prendre :

On cherchera 25 ¼ degrés, on suivra du doigt jusqu'à la colonne des 8 mètres, où l'on trouvera les nombres 7,24 et 3,41 : sans changer ni de table ni de ligne, on se reportera jusqu'à la colonne de 5 mètres, où sont les nombres 4,52 et 2,13; on les écrira sous les deux premières, en les reculant d'un chiffre vers la droite, parce qu'ils représentent des unités dix fois plus petites que les premières, et l'on aura :

7,24	et	3,41
452		213
7,692		3,623

Ce qui signifie qu'une ligne d'opération de 8^m,50 ou 25 pieds 5 pouces, qui incline de 25 ¼ degrés avec l'horizon, entraîne avec elle une ligne horizontale de 7^m,69 ou 23 pieds, et une verticale de 3^m,66 ou 11 pieds.

Enfin, si l'on avait une ligne d'opération de plus de 10 mètres de long, de 16 mètres,

par exemple, avec un angle de 25 degrés, on additionnerait 9,06 et 4,23 de la dixième colonne avec... 5,44 et 2,54 de la sixième, et l'on aurait... 14,50 et 6,77, ou bien on doublerait les nombres de la huitième colonne qui sont vis-à-vis 25 degrés, ce qui reviendrait au même. Ces tables n'exigent point d'autres explications.

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
89 3/4 et 1 1/4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04
89 1/2 et 1 1/2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
89 1/4 et 1 3/4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13
89 et 1	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19
88 3/4 et 1 1/4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,16	0,18	0,20	0,22
88 1/2 et 1 1/2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,05	0,08	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,23	0,26
88 1/4 et 1 3/4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30
88 et 2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,31	0,35
87 3/4 et 2 1/4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,35	0,39
87 1/2 et 2 1/2	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,04	0,09	0,13	0,17	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,45
87 1/4 et 2 3/4	1,00	2,00	3,00	4,00	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,05	0,10	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,38	0,43	0,48
87 et 3	1,00	2,00	3,00	3,99	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,99
	0,05	0,10	0,16	0,22	0,26	0,31	0,37	0,42	0,47	0,52
86 3/4 et 3 1/4	1,00	2,00	3,00	3,99	4,99	5,99	6,99	7,99	8,99	9,98
	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,40	0,45	0,50	0,57
86 1/2 et 3 1/2	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,99	7,98	8,98	9,98
	0,06	0,12	0,18	0,24	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
86 ¼ et 3 ¾	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,99	7,98	8,98	9,98
	0,07	0,13	0,20	0,26	0,34	0,40	0,47	0,53	0,60	0,65
86 et 4	1,00	2,00	2,99	3,99	4,99	5,99	6,98	7,98	8,98	9,98
	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70
85 ¾ et 4 ¼	1,00	1,99	2,99	3,99	4,99	5,99	6,98	7,98	8,98	9,97
	0,07	0,15	0,22	0,30	0,37	0,44	0,52	0,60	0,67	0,74
85 ½ et 4 ½	1,00	1,99	2,99	3,99	4,98	5,98	6,98	7,98	8,97	9,97
	0,08	0,16	0,24	0,31	0,39	0,47	0,55	0,63	0,71	0,78
85 ¼ et 4 ¾	1,00	1,99	2,99	3,99	4,98	5,98	6,98	7,97	8,97	9,97
	0,08	0,17	0,25	0,33	0,41	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83
85 et 5	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,98	6,97	7,97	8,97	9,96
	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,60	0,69	0,78	0,87
84 ¾ et 5 ¼	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,97	6,97	7,97	8,96	9,96
	0,09	0,18	0,27	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,92
84 ½ et 5 ½	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,97	6,97	7,96	8,96	9,95
	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96
84 ¼ et 5 ¾	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,97	6,97	7,96	8,96	9,95
	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
84 et 6	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,97	6,96	7,96	8,95	9,95
	0,10	0,20	0,31	0,42	0,52	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05
83 ¾ et 6 ¼	0,99	1,99	2,98	3,98	4,97	5,96	6,96	7,95	8,95	9,94
	0,11	0,22	0,33	0,44	0,54	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09
83 ½ et 6 ½	0,99	1,99	2,98	3,97	4,97	5,96	6,95	7,95	8,94	9,94
	0,11	0,23	0,33	0,45	0,56	0,68	0,79	0,91	1,02	1,13
83 ¼ et 6 ¾	0,99	1,99	2,98	3,97	4,96	5,96	6,95	7,94	8,94	9,93
	0,11	0,23	0,35	0,47	0,59	0,70	0,82	0,94	1,06	1,17
83 et 7	0,99	1,99	2,98	3,97	4,96	5,96	6,95	7,94	8,93	9,93
	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,10	1,22

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
82 ¼ et 7 ¼	0,99	1,98	2,97	3,97	4,96	5,95	6,94	7,94	8,93	9,92
	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,14	1,26
82 ½ et 7 ½	0,99	1,98	2,97	3,97	4,96	5,95	6,94	7,93	8,92	9,91
	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30
82 ¾ et 7 ¾	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,94	7,93	8,92	9,91
	0,12	0,27	0,40	0,54	0,67	0,82	0,94	1,08	1,21	1,35
82 et 8	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,97	1,11	1,25	1,39
81 ¾ et 8 ¼	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	0,86	1,00	1,14	1,29	1,43
81 ½ et 8 ½	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,93	6,92	7,91	8,90	9,89
	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,05	1,18	1,33	1,48
81 ¼ et 8 ¾	0,99	1,98	2,97	3,95	4,94	5,93	6,92	7,91	8,90	9,88
	0,15	0,30	0,46	0,61	0,76	0,91	1,06	1,22	1,37	1,52
81 et 9	0,99	1,98	2,96	3,95	4,94	5,93	6,91	7,91	8,89	9,88
	0,16	0,31	0,47	0,63	0,78	0,94	1,10	1,25	1,41	1,54
80 ¾ et 9 ¼	0,99	1,97	2,96	3,95	4,94	5,92	6,90	7,90	8,88	9,87
	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,13	1,29	1,45	1,61
80 ½ et 9 ½	0,99	1,97	2,96	3,95	4,94	5,92	6,90	7,89	8,88	9,86
	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	0,99	1,16	1,32	1,49	1,66
80 ¼ et 9 ¾	0,99	1,97	2,96	3,94	4,93	5,91	6,89	7,88	8,87	9,86
	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,35	1,52	1,69
80 et 10	0,98	1,97	2,95	3,94	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,84
	0,17	0,35	0,51	0,69	0,87	1,04	1,22	1,39	1,56	1,73
79 ¾ et 10 ¼	0,98	1,97	2,95	3,94	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,84
	0,18	0,36	0,53	0,71	0,89	1,07	1,25	1,42	1,60	1,78
79 ½ et 10 ½	0,98	1,97	2,95	3,93	4,92	5,90	6,88	7,87	8,86	9,83
	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,28	1,46	1,64	1,82

DEGRÉS.		MÈTRES.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
79¼	et 10¾	0,98	1,96	2,95	3,93	4,91	5,89	6,88	7,86	8,84	9,82
		0,19	0,37	0,56	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49	1,68	1,87
79	et 11	0,98	1,96	2,94	3,95	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,82
		0,18	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,34	1,52	1,72	1,91
78¾	et 11¼	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,87	7,85	8,83	9,81
		0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	1,37	1,56	1,76	1,95
78½	et 11½	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	6,86	7,84	8,82	9,80
		0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,39	1,59	1,79	1,99
78¼	et 11¾	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,87	6,85	7,83	8,81	9,79
		0,20	0,41	0,61	0,81	1,02	1,22	1,43	1,63	1,83	2,04
78	et 12	0,98	1,96	2,93	3,91	4,89	5,87	6,85	7,83	8,80	9,79
		0,21	0,42	0,62	0,83	1,04	1,23	1,46	1,66	1,87	2,08
77¾	et 12¼	0,98	1,95	2,93	3,91	4,89	5,86	6,84	7,82	8,80	9,77
		0,21	0,43	0,64	0,85	1,07	1,28	1,49	1,71	1,92	2,13
77½	et 12½	0,98	1,95	2,93	3,91	4,88	5,86	6,83	7,81	8,79	9,76
		0,22	0,43	0,65	0,87	1,08	1,30	1,52	1,73	1,95	2,16
77¼	et 12¾	0,98	1,95	2,93	3,90	4,88	5,85	6,83	7,80	8,77	9,75
		0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54	1,77	1,99	2,21
77	et 13	0,97	1,95	2,92	3,90	4,87	5,85	6,82	7,79	8,76	9,74
		0,22	0,45	0,67	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25
76¾	et 13¼	0,97	1,95	2,92	3,89	4,87	5,84	6,81	7,79	8,76	9,73
		0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,60	1,83	2,06	2,29
76½	et 13½	0,97	1,94	2,92	3,89	4,86	5,83	6,81	7,78	8,75	9,72
		0,23	0,47	0,70	0,93	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33
76¼	et 13¾	0,97	1,94	2,91	3,89	4,86	5,82	6,80	7,77	8,74	9,72
		0,24	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43	1,66	1,90	2,14	2,38
76	et 14	0,97	1,94	2,91	3,88	4,85	5,82	6,79	7,76	8,73	9,70
		0,24	0,48	0,73	0,97	1,21	1,45	1,69	1,94	2,18	2,42

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
75¾ et 14¼	0,97	1,94	2,91	3,88	4,85	5,82	6,78	7,75	8,72	9,69
	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,48	1,72	1,97	2,22	2,46
75½ et 14½	0,97	1,94	2,90	3,87	4,84	5,81	6,78	7,75	8,71	9,68
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
75¼ et 14¾	0,97	1,93	2,90	3,87	4,84	5,80	6,76	7,74	8,70	9,67
	0,25	0,51	0,76	1,02	1,27	1,53	1,78	2,04	2,29	2,55
75 et 15	0,97	1,93	2,90	3,86	4,83	5,80	6,76	7,73	8,69	9,66
	0,26	0,52	0,78	1,04	1,29	1,55	1,81	2,07	2,33	2,59
74¾ et 15¼	0,96	1,93	2,89	3,86	4,82	5,79	6,75	7,72	8,68	9,65
	0,26	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,10	2,37	2,63
74½ et 15½	0,96	1,93	2,89	3,85	4,82	5,78	6,75	7,71	8,67	9,64
	0,27	0,53	0,80	1,07	1,34	1,60	1,87	2,14	2,41	2,67
74¼ et 15¾	0,96	1,92	2,89	3,85	4,81	5,77	6,74	7,70	8,66	9,62
	0,27	0,54	0,81	1,09	1,36	1,63	1,90	2,17	2,44	2,71
74 et 16	0,96	1,92	2,88	3,85	4,81	5,77	6,73	7,69	8,65	9,61
	0,28	0,55	0,83	1,10	1,38	1,65	1,93	2,21	2,48	2,76
73¾ et 16¼	0,96	1,92	2,88	3,84	4,80	5,76	6,72	7,68	8,64	9,60
	0,28	0,56	0,84	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80
73½ et 16½	0,96	1,92	2,88	3,84	4,79	5,75	6,71	7,67	8 63	9,59
	0,28	0,57	0,85	1,14	1,42	1,70	1,99	2,27	2,56	2,84
73¼ et 16¾	0,96	1,92	2,87	3,83	4,79	5,75	6,70	7,66	8,62	9,58
	0,29	0,58	0,86	1,15	1,44	1,73	2,02	2,31	2,59	2,88
73 et 17	0,96	1,91	2,87	3,83	4,78	5,74	6,69	7,65	8,61	9,56
	0,29	0,58	0,88	1,17	1,46	1,75	2,05	2,34	2,63	2,92
72¾ et 17¼	0,96	1,91	2,87	3,82	4,78	5,73	6,69	7,64	8,60	9,55
	0,30	0,59	0,89	1,19	1,48	1,78	2,08	2,37	2,67	2,97
72½ et 17½	0,95	1,91	2,86	3,81	4,77	5,72	6,68	7,63	8,58	9,54
	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,41	2,71	3,01

DEGRÉS.			MÈTRES.									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
72 1/4	et	17 3/4	0,95	1,91	2,86	3,80	4,77	5,72	6,67	7,63	8,58	9,53
			0,30	0,61	0,91	1,22	1,52	1,83	2,13	2,44	2,74	3,05
72	et	18	0,95	1,90	2,85	3,80	4,76	5,70	6,66	7,61	8,56	9,51
			0,31	0,62	0,93	1,24	1,55	1,85	2,16	2,47	2,78	3,09
71 3/4	et	18 1/4	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,55	9,50
			0,31	0,63	0,94	1,25	1,57	1,88	2,19	2,51	2,82	3,13
71 1/2	et	18 1/2	0,95	1,89	2,84	3,79	4,73	5,68	6,64	7,59	8,54	9,48
			0,32	0,63	0,95	1,27	1,59	1,90	2,22	2,54	2,86	3,17
71 1/4	et	18 3/4	0,95	1,89	2,84	3,79	4,73	5,68	6,63	7,58	8,52	9,47
			0,33	0,64	0,96	1,29	1,61	1,93	2,25	2,57	2,89	3,21
71	et	19	0,95	1,89	2,84	3,78	4,72	5,67	6,62	7,56	8,51	9,46
			0,33	0,65	0,98	1,30	1,63	1,95	2,28	2,60	2,93	3,26
70 3/4	et	19 1/4	0,94	1,89	2,83	3,78	4,72	5,66	6,61	7,55	8,50	9,44
			0,33	0,66	0,99	1,32	1,65	1,88	2,31	2,64	2,97	3,30
70 1/2	et	19 1/2	0,94	1,89	2,83	3,77	4,71	5,66	6,60	7,54	8,48	9,43
			0,33	0,67	1,00	1,34	1,67	2,00	2,34	2,67	3,00	3,34
70 1/4	et	19 3/4	0,94	1,88	2,82	3,76	4,71	5,64	6,59	7,53	8,47	9,41
			0,34	0,68	1,01	1,35	1,69	2,03	2,37	2,70	3,04	3,38
70	et	20	0,94	1,88	2,82	3,76	4,70	5,65	6,58	7,52	8,46	9,40
			0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05	2,39	2,74	3,08	3,42
69 3/4	et	20 1/4	0,94	1,88	2,81	3,75	4,69	5,63	6,57	7,51	8,44	9,38
			0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,08	2,42	2,77	3,12	3,46
69 1/2	et	20 1/2	0,94	1,87	2,81	3,75	4,68	5,62	6,56	7,49	8,43	9,37
			0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50
69 1/4	et	20 3/4	0,94	1,87	2,81	3,75	4,68	5,61	6,55	7,48	8,42	9,35
			0,35	0,71	1,06	1,42	1,77	2,13	2,48	2,83	3,19	3,54
69	et	21	0,93	1,87	2,80	3,73	4,67	5,60	6,54	7,47	8,40	9,34
			0,36	0,72	1,08	1,43	1,79	2,15	2,51	2,87	3,23	3,58

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
68¾ et 21¼	0,93	1,86	2,80	3,73	4,66	5,59	6,52	7,46	8,39	9,32
	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17	2,54	2,90	3,26	3,62
68½ et 21½	0,93	1,86	2,79	3,72	4,65	5,58	6,51	7,44	8,37	9,30
	0,37	0,73	1,10	1,47	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67
68¼ et 21¾	0,93	1,86	2,79	3,72	4,64	5,57	6,50	7,43	8,36	9,29
	0,37	0,74	1,11	1,48	1,85	2,22	2,59	2,96	3,34	3,71
68 et 22	0,93	1,85	2,78	3,71	4,64	5,56	6,49	7,42	8,34	9,27
	0,37	0,75	1,12	1,50	1,87	2,25	2,62	3,00	3,37	3,75
67¾ et 22¼	0,93	1,85	2,78	3,70	4,63	5,55	6,48	7,40	8,33	9,26
	0,38	0,76	1,14	1,51	1,89	2,27	2,65	3,03	3,41	3,79
67½ et 22½	0,92	1,85	2,77	3,70	4,62	5,54	6,47	7,39	8,31	9,24
	0,38	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	2,68	3,06	3,44	3,83
67¼ et 22¾	0,92	1,84	2,77	3,69	4,61	5,53	6,46	7,38	8,30	9,22
	0,39	0,77	1,16	1,55	1,93	2,32	2,71	3,09	3,48	3,87
67 et 23	0,92	1,84	2,76	3,68	4,60	5,52	6,44	7,36	8,28	9,21
	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,34	2,74	3,13	3,52	3,91
66¾ et 23¼	0,92	1,84	2,76	3,68	4,59	5,51	6,43	7,35	8,27	9,19
	0,39	0,79	1,18	1,57	1,97	2,37	2,76	3,16	3,55	3,95
66½ et 23½	0,92	1,83	2,75	3,67	4,59	5,50	6,42	7,34	8,25	9,17
	0,40	0,80	1,20	1,60	1,99	2,39	2,79	3,19	3,59	3,99
66¼ et 23¾	0,92	1,83	2,75	3,66	4,58	5,49	6,40	7,32	8,24	9,15
	0,41	0,81	1,21	1,61	2,01	2,42	2,82	3,22	3,62	4,03
66 et 24	0,92	1,83	2,74	3,65	4,57	5,48	6,39	7,31	8,22	9,14
	0,41	0,81	1,22	1,63	2,03	2,44	2,85	3,25	3,66	4,07
65¾ et 24¼	0,91	1,83	2,74	3,65	4,56	5,47	6,38	7,29	8,21	9,12
	0,41	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	2,88	3,29	3,70	4,11
65½ et 24½	0,91	1,82	2,73	3,64	4,55	5,46	6,37	7,28	8,19	9,10
	0,41	0,83	1,24	1,66	2,07	2,49	2,90	3,32	3,73	4,15

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
65¼ et 24¾	0,91	1,82	2,72	3,63	4,54	5,45	6,36	7,27	8,17	9,08
	0,42	0,84	1,26	1,67	2,09	2,51	2,93	3,35	3,77	4,19
65 et 25	0,91	1,81	2,72	3,63	4,53	5,44	6,34	7,25	8,14	9,06
	0,42	0,85	1,27	1,69	2,11	2,54	2,96	3,38	3,80	4,23
64¾ et 25¼	0,90	1,81	2,71	3,62	4,52	5,43	6,33	7,24	8,14	9,04
	0,43	0,85	1,28	1,71	2,13	2,56	2,99	3,41	3,84	4,27
64½ et 25½	0,90	1,81	2,71	3,61	4,51	5,42	6,32	7,22	8,12	9,03
	0,43	0,86	1,29	1,72	2,15	2,58	3,01	3,44	3,87	4,31
64¼ et 25¾	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,21	8,11	9,01
	0,43	0,87	1,30	1,74	2,17	2,61	3,04	3,48	3,91	4,34
64 et 26	0,90	1,80	2,70	3,60	4,49	5,39	6,29	7,19	8,09	8,99
	0,44	0,88	1,32	1,76	2,19	2,63	3,07	3,51	3,95	4,39
63¾ et 26¼	0,90	1,79	2,69	3,59	4,48	5,38	6,28	7,17	8,07	8,97
	0,44	0,88	1,33	1,77	2,21	2,65	3,10	3,54	3,98	4,42
63½ et 26½	0,89	1,79	2,68	3,58	4,47	5,37	6,26	7,16	8,05	8,95
	0,45	0,89	1,34	1,78	2,23	2,68	3,12	3,57	4,02	4,46
63¼ et 26¾	0,89	1,78	2,68	3,57	4,46	5,36	6,25	7,14	8,04	8,93
	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50
63 et 27	0,89	1,78	2,67	3,56	4,46	5,35	6,24	7,13	8,02	8,91
	0,46	0,91	1,36	1,82	2,27	2,72	3,18	3,63	4,09	4,54
62¾ et 27¼	0,89	1,78	2,67	3,56	4,45	5,33	6,22	7,11	8,00	8,89
	0,46	0,92	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,66	4,12	4,58
62½ et 27½	0,89	1,77	2,66	3,55	4,44	5,32	6,21	7,10	7,98	8,87
	0,46	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,23	3,69	4,16	4,62
62¼ et 27¾	0,88	1,77	2,65	3,54	4,42	5,31	6,19	7,08	7,96	8,85
	0,47	0,93	1,40	1,86	2,33	2,79	3,26	3,72	4,19	4,66
62 et 28	0,88	1,77	2,65	3,53	4,41	5,30	6,18	7,06	7,95	8,83
	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,69

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
61 ¼ et 28 ¼	0,88	1,76	2,64	3,52	4,40	5,29	6,17	7,05	7,93	8,81
	0,47	0,95	1,42	1,89	2,37	2,84	3,31	3,79	4,26	4,73
61 ½ et 28 ½	0,88	1,76	2,64	3,52	4,39	5,27	6,15	7,02	7,91	8,79
	0,43	0,95	1,43	1,91	2,39	2,86	3,34	3,82	4,29	4,77
61 ¾ et 28 ¾	0,88	1,75	2,63	3,51	4,38	5,26	6,14	7,01	7,89	8,77
	0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,89	3,37	3,85	4,33	4,81
61 et 29	0,87	1,75	2,62	3,50	4,37	5,25	6,12	7,00	7,87	8,75
	0,48	0,97	1,45	1,94	2,42	2,91	3,39	3,88	4,36	4,85
60 ¾ et 29 ¼	0,87	1,75	2,62	3,49	4,36	5,24	6,11	6,98	7,85	8,73
	0,49	0,98	1,47	1,95	2,44	2,93	3,42	3,91	4,40	4,89
60 ½ et 29 ½	0,87	1,74	2,61	3,48	4,35	5,22	6,09	6,96	7,85	8,70
	0,49	0,98	1,48	1,97	2,46	2,95	3,45	3,94	4,43	4,92
60 ¼ et 29 ¾	0,87	1,74	2,60	3,47	4,34	5,21	6,08	6,95	7,81	8,68
	0,50	0,99	1,48	1,98	2,48	2,98	3,47	3,97	4,47	4,96
60 et 30	0,87	1,73	2,60	3,46	4,33	5,20	6,06	6,93	7,79	8,66
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
59 ¾ et 30 ¼	0,86	1,73	2,59	3,46	4,32	5,18	6,05	6,91	7,77	8,64
	0,50	1,01	1,51	2,02	2,52	3,02	3,53	4,03	4,53	5,04
59 ½ et 30 ½	0,86	1,72	2,58	3,45	4,31	5,17	6,03	6,89	7,75	8,62
	0,51	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,55	4,06	4,57	5,08
59 ¼ et 30 ¾	0,86	1,72	2,58	3,44	4,30	5,16	6,02	6,88	7,73	8,59
	0,51	1,02	1,53	2,05	2,56	3,07	3,58	4,09	4,60	5,11
59 et 31	0,85	1,71	2,57	3,43	4,29	5,14	6,00	6,86	7,71	8,57
	0,52	1,03	1,55	2,06	2,58	3,09	3,61	4,12	4,64	5,15
58 ¾ et 31 ¼	0,85	1,71	2,56	3,42	4,27	5,13	5,98	6,84	7,69	8,55
	0,52	1,04	1,56	2,08	2,59	3,11	3,63	4,15	4,67	5,19
58 ½ et 31 ½	0,85	1,71	2,56	3,41	4,26	5,12	5,97	6,82	7,67	8,53
	0,52	1,05	1,57	2,09	2,61	3,14	3,66	4,18	4,70	5,23

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
58 1/4 et 31 3/4	0,85	1,70	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	7,65	8,50
	0,53	1,05	1,58	2,10	2,65	3,16	3,68	4,21	4,74	5,26
58 et 32	0,85	1,70	2,54	3,39	4,24	5,09	5,94	6,78	7,63	8,48
	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,18	3,71	4,24	4,77	5,30
57 1/4 et 32 1/4	0,85	1,69	2,54	3,38	4,23	5,07	5,92	6,77	7,61	8,46
	0,53	1,07	1,60	2,13	2,67	3,20	3,74	4,27	4,80	5,34
57 1/2 et 32 1/2	0,84	1,69	2,53	3,37	4,22	5,06	5,90	6,75	7,59	8,43
	0,54	1,07	1,61	2,15	2,69	3,22	3,76	4,30	4,84	5,37
57 1/4 et 32 3/4	0,84	1,68	2,52	3,36	4,21	5,05	5,89	6,73	7,57	8,41
	0,54	1,08	1,62	2,16	2,70	3,25	3,79	4,33	4,87	5,41
57 et 33	0,84	1,68	2,52	3,35	4,19	5,03	5,87	6,71	7,55	8,39
	0,55	1,09	1,63	2,18	2,72	3,27	3,81	4,36	4,90	5,45
56 3/4 et 33 1/4	0,84	1,67	2,51	3,35	4,18	5,02	5,85	6,69	7,53	8,36
	0,55	1,10	1,64	2,19	2,74	3,29	3,84	4,39	4,93	5,48
56 1/2 et 33 1/2	0,83	1,67	2,50	3,34	4,17	5,00	5,84	6,67	7,50	8,34
	0,55	1,10	1,66	2,21	2,76	3,31	3,86	4,42	4,97	5,52
56 1/4 et 33 3/4	0,83	1,66	2,49	3,33	4,16	4,99	5,82	6,65	7,48	8,31
	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,33	3,89	4,44	5,00	5,56
56 et 34	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,97	5,80	6,63	7,46	8,29
	0,56	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36	3,91	4,47	5,03	5,59
55 3/4 et 34 1/4	0,83	1,65	2,48	3,31	4,13	4,96	5,79	6,61	7,44	8,27
	0,56	1,13	1,69	2,25	2,81	3,38	3,94	4,50	5,07	5,63
55 1/2 et 34 1/2	0,82	1,65	2,47	3,30	4,12	4,94	5,77	6,59	7,43	8,24
	0,57	1,13	1,70	2,27	2,83	3,40	3,96	4,53	5,10	5,66
55 1/4 et 34 3/4	0,82	1,64	2,46	3,29	4,11	4,93	5,75	6,57	7,39	8,22
	0,57	1,14	1,71	2,28	2,85	3,42	3,99	4,56	5,15	5,70
55 et 35	0,82	1,64	2,46	3,28	4,10	4,91	5,73	6,55	7,37	8,19
	0,57	1,15	1,72	2,29	2,87	3,44	4,02	4,59	5,16	5,74

DEGRÉS.			MÈTRES.									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
54¾	et	35¼	0,82	1,63	2,43	3,27	4,08	4,90	5,72	6,53	7,35	8,17
			0,58	1,15	1,73	2,31	2,89	3,46	4,04	4,62	5,19	5,77
54½	et	35½	0,81	1,63	2,44	3,26	4,07	4,88	5,70	6,51	7,33	8,14
			0,58	1,16	1,74	2,32	2,90	3,48	4,06	4,65	5,23	5,81
54¼	et	35¾	0,81	1,62	2,43	3,25	4,06	4,87	5,68	6,49	7,30	8,12
			0,58	1,17	1,75	2,34	2,92	3,51	4,06	4,67	5,26	5,84
54	et	36	0,81	1,62	2,43	3,24	4,05	4,85	5,66	6,47	7,28	8,09
			0,59	1,18	1,76	2,35	2,94	3,52	4,11	4,70	5,29	5,88
53¾	et	36¼	0,81	1,61	2,42	3,23	4,03	4,83	5,65	6,45	7,26	8,06
			0,59	1,18	1,77	2,37	2,96	3,55	4,14	4,73	5,32	5,91
53½	et	36½	0,80	1,61	2,41	3,22	4,02	4,82	5,63	6,43	7,23	8,04
			0,59	1,19	1,78	2,38	2,97	3,57	4,16	4,76	5,35	5,95
53¼	et	36¾	0,80	1,60	2,40	3,21	4,01	4,81	5,61	6,41	7,21	8,01
			0,60	1,20	1,79	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,38	5,98
53	et	37	0,80	1,60	2,40	3,19	3,99	4,79	5,59	6,39	7,19	7,99
			0,60	1,20	1,81	2,41	3,01	3,61	4,21	4,81	5,42	6,02
52¾	et	37¼	0,80	1,59	2,39	3,18	3,98	4,78	5,57	6,37	7,16	7,96
			0,61	1,21	1,82	2,42	3,03	3,63	4,24	4,84	5,45	6,05
52½	et	37½	0,79	1,59	2,38	3,17	3,97	4,76	5,57	6,35	7,14	7,93
			0,61	1,22	1,83	2,44	3,04	3,65	4,26	4,87	5,48	6,09
52¼	et	37¾	0,79	1,58	2,37	3,16	3,95	4,74	5,53	6,33	7,12	7,91
			0,61	1,22	1,84	2,45	3,06	3,67	4,29	4,90	5,51	6,12
52	et	38	0,79	1,58	2,36	3,15	3,94	4,73	5,52	6,30	7,09	7,88
			0,62	1,23	1,85	2,46	3,08	3,69	4,31	4,93	5,54	6,16
51¾	et	38¼	0,78	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
			0,62	1,24	1,86	2,48	3,10	3,71	4,33	4,95	5,57	6,19
51½	et	38½	0,78	1,57	2,35	3,13	3,91	4,70	5,48	6,26	7,04	7,83
			0,62	1,25	1,87	2,49	3,11	3,74	4,36	4,98	5,60	6,23

DEGRÉS.	MÈTRES.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
51 ¼ et 38 ¾	0,78	1,56	2,34	3,12	3,90	4,68	5,46	6,24	7,02	7,80
	0,63	1,25	1,88	2,50	3,13	3,76	4,38	5,01	5,63	6,26
51 et 39	0,78	1,55	2,33	3,11	3,89	4,66	5,44	6,22	6,99	7,77
	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,77	4,41	5,03	5,66	6,29
50 ¾ et 39 ¼	0,77	1,55	2,31	3,10	3,87	4,65	5,42	6,19	6,97	7,74
	0,63	1,27	1,90	2,53	3,16	3,80	4,43	5,06	5,69	6,33
50 ½ et 39 ½	0,77	1,54	2,31	3,09	3,86	4,63	5,40	6,17	6,94	7,72
	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	6,36
50 ¼ et 39 ¾	0,77	1,54	2,31	3,08	3,84	4,61	5,38	6,15	6,92	7,69
	0,64	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,12	5,75	6,39
50 et 40	0,77	1,53	2,30	3,06	3,83	4,60	5,36	6,13	6,89	7,66
	0,64	1,28	1,92	2,57	3,21	3,85	4,50	5,14	5,79	6,43
49 ¾ et 40 ¼	0,76	1,53	2,29	3,05	3,82	4,58	5,34	6,11	6,87	7,63
	0,65	1,29	1,94	2,58	3,23	3,88	4,52	5,17	5,82	6,46
49 ½ et 40 ½	0,76	1,52	2,28	3,04	3,80	4,56	5,32	6,08	6,85	7,60
	0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,85	6,50
49 ¼ et 40 ¾	0,76	1,52	2,28	3,03	3,79	4,54	5,30	6,06	6,82	7,58
	0,65	1,31	1,96	2,61	3,26	3,92	4,57	5,22	5,87	6,53
49 et 41	0,75	1,51	2,26	3,02	3,77	4,53	5,28	6,04	6,79	7,55
	0,66	1,31	1,97	2,62	3,28	3,94	4,59	5,25	5,90	6,56
48 ¾ et 41 ¼	0,75	1,50	2,26	3,01	3,76	4,51	5,26	6,01	6,77	7,52
	0,66	1,32	1,98	2,64	3,30	3,96	4,62	5,27	5,95	6,59
48 ½ et 41 ½	0,75	1,50	2,25	3,00	3,74	4,49	5,24	5,99	6,74	7,49
	0,66	1,33	1,99	2,65	3,31	3,98	4,64	5,30	5,96	6,63
48 ¼ et 41 ¾	0,75	1,40	2,24	2,98	3,73	4,48	5,22	5,97	6,71	7,46
	0,67	1,33	2,00	2,66	3,30	4,00	4,66	5,33	5,99	6,66
48 et 42	0,74	1,49	2,23	2,97	3,72	4,46	5,20	5,95	6,69	7,43
	0,67	1,33	2,01	2,68	3,35	4,01	4,68	5,33	6,02	6,69

DEGRÉS.		MÈTRES.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
47 3/4 et	42 1/4	0,74	1,48	2,22	2,96	3,70	4,44	5,18	5,92	6,66	7,40
		0,67	1,34	2,02	2,69	3,36	4,03	4,71	5,38	6,05	6,72
47 1/2 et	42 1/2	0,73	1,47	2,21	2,95	3,69	4,42	5,16	5,90	6,64	7,37
		0,68	1,35	2,03	2,70	3,38	4,05	4,73	5,40	6,08	6,76
47 1/4 et	42 3/4	0,73	1,47	2,20	2,94	3,67	4,41	5,14	5,87	6,61	7,34
		0,68	1,36	2,04	2,72	3,39	4,07	4,75	5,43	6,11	6,79
47 et	43	0,73	1,46	2,19	2,93	3,66	4,39	5,12	5,85	6,58	7,31
		0,68	1,36	2,05	2,73	3,41	4,09	4,77	5,46	6,14	6,82
46 3/4 et	43 1/4	0,73	1,46	2,19	2,91	3,64	4,37	5,10	5,83	6,56	7,28
		0,69	1,37	2,06	2,74	3,43	4,11	4,80	5,48	6,17	6,85
46 1/2 et	43 1/2	0,73	1,45	2,18	2,90	3,63	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25
		0,69	1,38	2,07	2,75	3,44	4,13	4,82	5,51	6,20	6,88
46 1/4 et	43 3/4	0,72	1,44	2,17	2,89	3,61	4,33	5,06	5,78	6,50	7,22
		0,69	1,38	2,07	2,77	3,46	4,15	4,84	5,53	6,22	6,92
46 et	44	0,72	1,44	2,16	2,88	3,60	4,32	5,04	5,75	6,47	7,19
		0,69	1,39	2,08	2,78	3,47	4,17	4,86	5,56	6,25	6,95
45 3/4 et	44 1/4	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,29	5,01	5,73	6,45	7,16
		0,70	1,40	2,09	2,79	3,49	4,19	4,88	5,58	6,28	6,98
45 1/2 et	44 1/2	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28	4,99	5,70	6,42	7,13
		0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,21	4,91	5,61	6,31	7,01
45 1/4 et	44 3/4	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,26	4,97	5,68	6,39	7,10
		0,70	1,41	2,11	2,82	3,52	4,22	4,93	5,63	6,34	7,04
45 et	45	0,71	1,41	2,12	2,83	3,54	4,24	4,95	5,66	6,36	7,07
		0,71	1,41	2,12	2,83	3,54	4,24	4,95	5,66	6,36	7,07

CHAPITRE VI.

Administration.

§. 1.er Personnel.
§. 2. Comptabilité.
§. 3. Écoles des mines.
§. 4. Législation et loi sur les mines.

§. 1.er

Personnel.

Dès qu'un établissement industriel réunit un certain nombre d'ouvriers, celui qui les dirige doit s'attacher à en régulariser le service au moyen d'un réglement sage et bien conçu; cette espèce de charte est un point d'appui sur lequel chacun se repose avec sécurité, c'est un moyen certain de maintenir l'ordre et la bonne intelligence parmi les ouvriers, qui doivent en connaître toutes les dispositions, et auxquels on doit en avoir expliqué tous les articles.

L'exploitation des mines réclame plus que tout autre établissement la mise à exécution d'un bon réglement, et il est d'autant plus facile à établir, que la profession de mineur a une teinte militaire qui s'accorde très-bien avec la discipline, et qui plaît même à cette classe d'ouvriers, qui brûle de la poudre comme les artilleurs, qui est employée à la guerre et dans les siéges, et qui porte souvent

avec honneur l'uniforme qui appartient à son état.

Dans une exploitation bien entendue, le travail ne doit point cesser la nuit : les ouvriers doivent se relever et se succéder sans interruption, afin que les eaux ne s'accumulent jamais, que les machines produisent leur maximum d'effet pendant toute l'année, que les chefs d'atelier soient toujours à leur poste, que l'ouvrage avance autant que possible, et que le temps, enfin, ce grand élément de la prospérité générale, ne soit jamais ni perdu, ni mal employé.

L'ordre est le seul moyen de parvenir à atteindre ce but, et comme on ne peut jamais en mettre dans les choses, si l'on ne commence pas par en mettre chez les hommes, il faut les classer, les diviser, et donner à chacun d'eux des fonctions tranchées et distinctes, dont ils ne doivent jamais se départir.

Dans une mine tant soit peu importante, il faut un directeur, un maître mineur, un caporal de nuit et un caporal de jour, un maître boiseur et deux aides, un nombre de mineurs proportionné à l'importance et à l'étendue de la mine, un nombre également proportionné de manœuvres attachés aux pompes, aux machines, aux tours, etc., quelques enfans de dix à seize ans, qui sont employés aux transports intérieurs, au triage, à porter et rapporter les outils de la forge à la mine, etc. Enfin, il faut un mineur maré-

chal et son souffleur, un menuisier-tonnelier et, suivant le pays, des charpentiers scieurs de long.

Dans la montagne, une mine peut entretenir un moulin à scie, tant pour l'équarrissage de ses bois que pour sa provision de planches, de coulans, de picots, de montans d'échelle, etc.

Division du temps en postes, et fonctions des caporaux et maîtres mineurs.

Les mineurs doivent travailler par postes de six ou huit heures consécutives, et se relever trois ou quatre fois dans les vingt-quatre heures.

Les manœuvres doivent travailler par postes de dix heures,

Et les rouleurs huit heures seulement.

Les caporaux doivent relever tous les postes et ne sortir de la fosse qu'après avoir visité toutes les places ; ils doivent surtout veiller à ce que l'on fasse le moins de menu charbon possible, et dans les mines métalliques, ils doivent tenir la main à ce que les places soient bien nettoyées avant que l'on ne détache le filon, qui doit être dépouillé d'avance, comme nous l'avons déjà dit : ils doivent surveiller le triage, veiller à ce que les remblais se fassent exactement dans les mines où l'on a adopté ce mode de consolidation, guider les jeunes mineurs, tant pour la manière

de placer leurs coups de mine, que pour la quantité de poudre dont ils doivent charger; et c'est encore à eux de veiller à ce que chaque ouvrier ait un nombre suffisant d'outils en bon état : enfin, si les pompes se dérangent, ils doivent ouvrir les regards ou chapelles et visiter les soupapes. Quand un caporal veut faire son devoir, il ne peut guère sortir de la mine avant d'avoir installé son second poste, et c'est le moment où son camarade vient le relever.

Le maître mineur doit faire sa tournée générale au moins une fois dans les vingt-quatre heures, et en varier l'époque à dessein, afin de ne pas trouver toujours les mêmes ouvriers à l'œuvre et le même caporal de service. Il est à désirer qu'il sache se servir de la boussole en l'absence du directeur, et dresser le projet d'un percement ou d'un nouvel ouvrage. C'est lui qui tient l'état des journées, et chez qui chaque ouvrier doit se présenter pour se faire marquer en sortant; enfin, c'est le maître mineur qui tient le magasin des outils et des provisions, et qui en dresse l'état: il doit être maître de renvoyer un ouvrier qui lui a manqué, ou qui ne fait pas son devoir; mais il ne doit pas le faire avant d'en avoir prévenu le directeur. Quant aux amendes, il les marque sur sa feuille de journées en présence de l'ouvrier qui en a mérité une, et en le prévenant que c'est telle faute qui la lui a value. Il doit donner ses ordres

sur place même, soit à l'un des caporaux, soit aux ouvriers, mais toujours en présence du caporal de service, afin d'éviter les mal-entendus et les mauvaises excuses. Le maître mineur ne reçoit d'ordres que du directeur, avec lequel il doit toujours s'entendre sur les travaux mêmes.

Le directeur, enfin, ne doit donner des ordres qu'au maître, qui est chargé de les faire exécuter; mais qui, étant responsable de tout ce qui se fait dans son atelier, doit tout ordonner et tout commander: sans cette marche régulière, il serait impossible d'obtenir de l'ensemble et de la précision. Si le directeur, en faisant sa tournée en l'absence du maître mineur, changeait les ouvriers de place, donnait des ordres aux caporaux et bouleversait le chantier, le maître mineur ne saurait plus à quoi s'en tenir, les ouvriers hésiteraient à lui obéir, dans la crainte d'être chassés par le directeur, et tout serait plongé dans le plus grand désordre. Le directeur ne doit parler, pour ainsi dire, qu'avec son maître mineur et ses autres maîtres-ouvriers, et ne doit jamais s'en prendre qu'à eux, si en visitant les travaux il s'aperçoit que ses ordres ont été mal compris et mal exécutés, et pour éviter ces méprises, il faut, autant que possible, qu'il les donne sur place, et qu'il ne la quitte que lorsqu'il est certain d'avoir été parfaitement entendu. Ce qui n'arrive pas toujours du premier jet, mais ce qui exige

souvent que l'on explique son idée à plusieurs reprises et dans des termes différens.

Si le directeur veut faire exécuter quelque chose de nouveau, qui sorte tant soit peu de la routine ordinaire, et qu'il ait mûrement réfléchi avant de se décider à en donner l'ordre, il doit exposer sa pensée le plus clairement possible, et couper court à toute discussion par un *je le veux* bien articulé ; mais s'il s'agit d'un travail important qui n'ait rien d'extraordinaire, il doit écouter les avis de son maître mineur et de ses caporaux, discuter avec eux sans emportement, examiner chose sur toutes ses faces, en bien peser les chances et ne combattre l'avis de ses subordonnés que par des chiffres ou des raisons évidentes, et il sera souvent étonné des lumières qu'il retirera de ces espèces d'enquêtes. Les chefs ne se rapprochent point assez souvent de leurs ouvriers ; s'ils ne les tenaient pas toujours à une si grande distance, ils découvriraient souvent chez eux des talens ou du moins des dispositions cachées, dont ces bonnes gens ne se doutent pas ou qu'ils ont la bonhomie de méconnaître.

Depuis bien long-temps j'ai pris l'habitude d'interroger les ouvriers de toutes les professions, de causer longuement avec eux, et je suis rarement sorti de l'atelier d'un artisan sans avoir appris quelque chose que j'aurais vainement cherché dans les livres.

Si la mine est exploitée depuis très-long-

temps, il est probable que les ouvriers sont presque tous du pays; mais si elle est nouvelle, ou qu'elle soit assez importante pour occuper plus de bras que la culture ne peut en céder, il faudra recourir aux mineurs étrangers qui sont répandus sur divers points de la France, ou dans le voisinage de ses frontières. Il est d'autant mieux de recevoir quelques-uns de ces mineurs étrangers dans les exploitations même où l'on ne manque pas d'ouvriers du pays, que ces hommes, qui ont vu beaucoup d'exploitations différentes, peuvent apporter avec eux quelque bonne méthode, que l'on doit s'empresser d'adopter.

L'homme le plus difficile à se procurer est le maître mineur; les bons sont très-rares en France, et l'on ne fait rien pour en former; car les études de l'école de Saint-Étienne sont trop élevées, pour que nous puissions jamais espérer d'en voir sortir ce que l'on doit entendre par un maître mineur: cette excellente école, qui fera toujours honneur à M. Beaunier son fondateur, a déjà produit plusieurs sujets distingués, qui feront d'excellens directeurs; mais il reste une lacune à remplir, et il est urgent d'y songer.

Des mineurs français et étrangers.

Les *mineurs français* voyagent fort peu; ils sont excellens dans les travaux où ils ont été élevés, mais ils sont mauvais quand on les dépayse: n'ayant jamais vu qu'un seul atelier,

qu'un seul terrain, que les mêmes usages et les mêmes outils, ils se trouvent déplacés partout ailleurs; les mineurs d'Anzin, du Forez, du Bourbonnais, les Bretons et les Dauphinois, restent chacun chez eux et n'émigrent point; il ne m'est jamais venu qu'un ou deux Bretons et quelques Foréziens; mais en revanche il m'est passé par les mains quelques Saxons, beaucoup de Piémontais et de Savoyards, et un grand nombre de Tyroliens.

Les *mineurs saxons* sont les plus instruits de tous ceux qui voyagent en France; ils savent presque tous un peu dessiner, et comme ils ont été élevés dans le pays du monde où les mines sont le mieux exploitées, ils en rapportent de bons usages, d'excellentes méthodes et une pratique éclairée: malheureusement il en passe fort peu en France. Je suis parvenu à en fixer un et à le faire placer comme maître mineur dans une exploitation à laquelle je m'intéressais beaucoup, et un autre, qui a travaillé sous mes ordres, remplit aussi les mêmes fonctions dans une mine de l'Isère.

Les *mineurs tyroliens* ne sont pas aussi instruits que les saxons. Ils sortent presque tous du village de Kaltebrunn près Riedz, dans l'Oberkreisamt en Tyrol, d'où ils arrivent en France encore jeunes et novices; mais comme ils sont presque tous parens, et qu'ils se soutiennent mutuellement, les plus anciens montrent aux autres et ils se forment très-

promptement dans leur métier. Ils entrent en France par l'Italie, vont travailler dans les mines d'or et de fer des environs du Mont-Rose et du lac de Côme, et se rendent ensuite aux mines de Chessy près Lyon. C'était là où se bornaient ordinairement leurs excursions en France; mais depuis dix ans j'ai contribué à les répandre dans la Dordogne, la Corrèze, la Creuse, la Vienne, l'Aveyron, le Gard, les Bouches-du-Rhône et le Var, et partout ils se sont fait estimer de leurs chefs; plusieurs se sont mariés en France, sont devenus maîtres mineurs, et je puis assurer que ces Tyroliens sont si pleins d'honneur et de délicatesse, que je n'ai jamais eu à me plaindre d'eux. Il y en a environ deux cents en France, et comme ils voyagent beaucoup, ils deviennent fort habiles et surtout excellens boiseurs.

Les anciens maîtres mineurs de la mine d'argent d'Allemond, de la mine de plomb de Pesey, de la mine de cuivre de Chessy, des mines de Servoz, étaient tyroliens. Celui de Saint-Bel et Chessy près Lyon, de Chabrignac et d'Argentac, département de la Corrèze; celui du Lardin, mon élève; celui des mines de lignites d'Oriol et des Martigues près Marseille, ainsi que celui de Fréjus, département du Var, sont tous Tyroliens.

Je ne puis trop les recommander à mes confrères; leurs journées varient, suivant la cherté des vivres, depuis 2^{f} jusqu'à 2^{f} 50^{c};

mais ils prennent volontiers des prix faits ou des parties d'ouvrages à l'entreprise, et dans ce cas ils portent leurs journées jusqu'à 3 f; alors ils travaillent plus de huit heures. Les maîtres mineurs gagnent de huit à douze cents francs par an.

Les *mineurs piémontais* sont de forts travailleurs quand ils sont à leurs pièces; mais ils sont sans instruction et nous apportent un si mauvais moral et de si mauvaises mœurs, qu'il est dangereux de les introduire dans un atelier où l'on doit avoir à cœur de maintenir la paix et la discipline. Leurs camarades se plaignent de leur manque de probité, ils se battent entre eux à chaque instant, se sauvent sans payer, et sont en général de fort mauvais sujets; j'ai eu tant à m'en plaindre personnellement et j'ai entendu porter tant de plaintes sur leur compte, que j'ai résolu de ne jamais en employer.

Du travail à la journée, et du travail à prix fait.

Il y a deux manières de faire travailler aux mines, à la journée et à la tâche. Il n'est pas toujours possible de donner le travail à l'entreprise, surtout quand on ne fait que commencer et que l'ouvrage n'est pas encore régulier; car il se passe presque toujours plusieurs semaines de mise en train, pendant lesquelles on ne peut travailler qu'à la journée; néanmoins, aussitôt que la chose est de-

venue possible, je conseille fortement d'adopter le travail à la tâche; car il avance toujours beaucoup plus vite qu'à la journée, et quoique l'ouvrier gagne réellement davantage, l'ouvrage ne revient point à un prix plus élevé, parce que l'ouvrier travaille plus fort qu'à la journée.

La consistance de la roche ou du minerai, l'abondance des eaux, et les dimensions des galeries ou des puits, font nécessairement varier le prix du mètre courant, puisque ce sont là les principales causes qui retardent ou entravent le travail du mineur. Il est donc prudent, surtout quand on n'a pas l'habitude de faire travailler, et que l'on ne connaît pas bien les roches sous le rapport de la résistance qu'elles opposent à l'effort de la poudre ou des outils, de faire travailler à la journée pendant un mois: en s'assurant par une surveillance convenable que le temps a été loyalement employé, on peut prendre le travail fait pendant ce premier mois pour base du prix du mètre courant. Ainsi, par exemple, je suppose que 6 mineurs, divisés en 3 postes, aient fait pendant 26 jours de travail 10 mètres courans d'une galerie de 2 mètres de haut, sur une largeur réduite de 1^{m} 33. Je dis, en multipliant 26 par 6, que 156 journées de mineur à 2^{f} ont détaché $26^{m},60$ cubes, qui me sont revenus par conséquent à 312^{f}, soit à 11^{f} 72^{c} le mètre. Or, l'expérience m'a appris qu'en donnant

l'ouvrage de tâche au même prix qu'il revient quand on le fait exécuter à la journée, l'ouvrier gagne un cinquième au moins en sus; le maître, sans payer plus cher, y trouve l'avantage de voir avancer son ouvrage plus rapidement, et il ne lui reste qu'à veiller à ce qu'il soit bien et dûment conditionné. Je donnerais donc environ 31^f du mètre courant de cette galerie, puisqu'il représente 2^m,66 cubes de roche à abattre.

Je ne suis point d'avis de donner de grands prix faits à la fois; cette méthode ne tourne jamais à l'avantage du maître, peut souvent lui être préjudiciable, et voici comment. Je suppose que l'on ait donné 100 mètres de galerie à foncer à une compagnie de six mineurs, que l'on soit convenu, par l'examen et l'essai même de la roche d'entrée, qu'il faut 25^f du mètre courant pour couvrir la journée. S'il survient une roche beaucoup plus dure ou beaucoup plus difficile à casser, et que les pauvres ouvriers ne puissent plus y gagner leur vie, on sera bien forcé d'augmenter le prix convenu, car il faut être humain avant tout; mais si, au contraire, la roche devient plus tendre, ces mêmes hommes consentiront difficilement à un rabais, ou s'arrangeront de manière à ce que leur travail du mois ne dépasse pas assez ce que l'on a droit d'en attendre, pour que l'on soit tenté de leur proposer de la diminution. Pour obvier à tous ces inconvéniens, voici com-

ment je traite avec mes ouvriers : je ne donne mes prix faits que pour un mois, avec assurance de compléter la journée, si le prix que je propose n'en couvre pas la valeur, et pour m'en convaincre, je tiens note des journées faites ; je m'assure qu'il n'y a pas eu négligence, et à la fin du mois je divise la somme du prix fait par le nombre de journées de travail. Si elle n'arrive pas à 2^f 50^c, qui est le prix que je donne dans ce moment-ci, je la complète ; si elle dépasse 3^f, je diminue pour le mois suivant, et de cette manière il y a sécurité et confiance de part et d'autre.

Le mètre cube du travail d'un puits se paye toujours un peu plus cher que celui d'une galerie, parce que l'ouvrier est continuellement exposé par la chute de la plus petite pierre, et parce qu'il doit avoir la précaution de se garer sous le puits d'échelle pendant que l'on monte et que l'on décroche la tine ; parce qu'il est souvent exposé à recevoir l'eau sur le corps, qu'il perd beaucoup de temps à monter et à descendre par les échelles, et qu'il ne peut travailler pendant que le boiseur pose ses cadres. Quand il y a de bons boiseurs dans la compagnie des mineurs qui ont reçu le prix fait, je ne vois point d'inconvénient à ce que l'on y comprenne le boisage ; au contraire, c'est encore un moyen d'accélérer le travail ; mais dans tous les cas il faut éviter que le maître mineur soit intéressé dans les prix faits ; car on

pourrait craindre qu'il ne mît pas toute la sévérité convenable dans la surveillance et la réception de l'ouvrage.

Les prix faits des puits et des galeries se mesurent avec une ficelle humide, en partant d'une marque faite dans le rocher, ou mieux encore à compter d'un point convenu, soit du premier cadre de l'entrée d'une galerie ou d'un puits, soit de tout autre point stable. Si les prifacteurs abandonnent leur entreprise, il faut qu'ils laissent le fond du puits ou la tête de la galerie bien dressés, afin que l'on puisse tout solder; mais s'ils continuent, on n'exige pas que l'ouvrage soit réglé, et on laisse un pied ou deux à payer pour le mois suivant, ce qui représente à peu près l'ouvrage qui reste à faire, ou le bois qui reste à poser.

L'extraction du moellon pour bâtir, de la pierre à chaux, ou de la pierre à plâtre, des sables et des graviers, se paye au mètre ou à la toise cube.

L'extraction du minerai de fer d'alluvion se paye souvent à la mesure ou à la charge.

L'extraction des marbres, des pierres d'appareil et du libage, se paye au mètre cube mesuré par bloc séparé.

L'extraction de la houille se paye à la mesure, à la charge ou au poids; il serait plus sûr et plus expéditif de cuber le vide provenant de l'extraction, et de donner un prix convenu par mètre cube.

Quand les couches sont très-minces, on peut payer à tant la surface. Au Lardin, où les couches sont d'une épaisseur à peu près uniforme et où l'on déhouille à col tordu, je payais l'extraction à raison de 2^{f} 70^{c} le mètre carré; le maître mineur n'ayant d'autre soin à prendre pendant tout le courant du mois, que celui de veiller à ce que les tailles aient toujours la même largeur, à ce que les remblais soient exactement faits. A la fin du mois, il dresse le compte de chaque compagnie de mineurs attachée à chaque taille, en multipliant la longueur de l'ouvrage par sa largeur. L'ouvrier n'a point à s'inquiéter de l'épaisseur de la couche; c'est au maître mineur à faire sauter les places où la couche étranglée cesse de payer les frais.

Je recommande ce moyen surtout pour l'exploitation des couches minces, qui ont déjà tant de peine à supporter les frais indispensables, et que l'on doit débarrasser de tous ceux qui ne sont pas strictement nécessaires, tels que le pesage ou mesurage de la houille.

Il existe un moyen d'extraction véritablement désastreux pour les mines en général et pour les mines de houille en particulier; c'est celui qui consiste en ce que le propriétaire permet aux acheteurs d'entrer dans sa mine, de tirer eux-mêmes de quoi charger leurs charrettes ou leurs mulets moyennant un prix convenu. Tout alors est au pillage;

on gâte dix fois plus de charbon qu'on n'en emporte, on brise de gros blocs pour ne prendre que le meilleur, on coupe les piliers; les poussières s'amassent, elles s'échauffent; il se fait des éboulemens, le feu se déclare; on abandonne tout ce champ de désordre, et l'on en ouvre un autre à côté, qui, n'étant pas mieux dirigé, ne tarde pas à éprouver le même sort; et voilà cependant comme on a gouverné la plupart des houillères de l'Aveyron jusqu'à ces derniers temps, et cela au centre de la France et sous les yeux de l'autorité; tant il est difficile d'extirper le mal quand on lui a permis de s'enraciner.

Des états et du jour de paye.

Je paye mes ouvriers et mes fournisseurs le premier dimanche de chaque mois, et je ne donne absolument aucun à-compte dans le courant du mois.

Mon commis ou mon maître mineur marque tous les soirs la journée des ouvriers qui ne travaillent point à prix fait sur une grande feuille semblable au modèle ci-joint et le dernier jour du mois elle m'est remise pour être vérifiée et additionnée.

ATELIER de MINE

ÉTAT des journées faites

NOMS DES OUVRIERS.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
P. Kirchner....				—							—					
J. Schnegg.....				—							—					
J. Heldryll....	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
P. Heldryll....	1	1	1	—	1 ½	1	1	1	1	1	—	½	1	1	1	1
J. Goutmann...	1	½	1	—	1		1	1 ½	1	1	—		1	1 ½	1	1
Schranth.....		1	1	—	1 ½	1	½	1	1	1	—	1	1	½		1
Sangrelet	1			—	1	1	1	1 ½	1		—	½	1	1	1 ½	1
Proxmaer	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1
Spaser	1 ¼	1	1 ½	—		1	1	1 ¾	1		—	1	1	½		1
Rimel	1	1	1	—				1	1	1 ¼	—	1	1 ¾	1	1	½
Hierch.....				—							—	1	1	1	1	1
Godlib	1	1	1	—	1	2	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1

Les ouvrages à prix fait sont mesurés ce même jour, les marques sont faites, et je dresse le compte de chaque compagnie de mineurs et celui des fournisseurs. Cette manière de ne payer que tous les mois présente plusieurs avantages; elle simplifie les écritures, elle

E

endant le mois d 182

7	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Nombre.	Prix.	Somme à payer.	Masse.
	—							—						—			80	3
	—							—						—			66	2.50
	—	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	—	26	2	52	2
	—	1	1 1/2	1	1	1	1	—	1	1/2	1	1	1	—	26	2	52	2
	—	1	1	1	1 1/2		1	—	1/2	1	1	1/2	1	—	22	2	44	2
	—	1 1/2	1	1	1	1/2		—	1	1	1	1	1 1/2	—	23	2	46	2
	—		1 3/4	1	1		1 1/4	—	1	1	1/2	1		—	20	2	40	2
	—	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	—	26	2	52	2
1/2	—	1	1	1 3/4	1	1	1/2	—	1	1 3/4	1	1		—	21	2	42	2
	—	1/2	1	1		1	1	—	1	1 1/4	1	1	1 3/4	—	22	2	44	2
	—	1	1	1	1	1	1	—	1/2	1	1/2	1		—	15	2	30	2
	—	1	1	1	1	1	1	—	1	2	1	1	1	—	28	2	56	2
																	604	25.50

verse dans chaque ménage une assez forte somme à la fois, et donne toute sécurité à ceux qui font des avances aux ouvriers et qui sont certains que tel jour à telle heure leur débiteur recevra de quoi les payer. Je reçois les réclamations de tous ceux à qui il

est dû, et que l'on néglige de payer; j'en fais la retenue et ne m'en dessaisis que lorsque les deux parties sont d'accord. Si la somme est trop forte pour pouvoir être payée du même mois, je la partage en deux, trois ou quatre paiemens, et de cette manière je fais payer beaucoup de dettes sans que l'on soit obligé d'en venir aux assignations, que j'ai en horreur. Lorsqu'on a un grand nombre d'ouvriers, il est bien de préparer leur compte d'avance, afin de n'avoir pas à les faire tous au moment de la paie : voici la manière que j'ai adoptée, et dont je me suis toujours très-bien trouvé.

Après avoir vérifié le compte de chaque ouvrier porté sur la feuille, et celui des prifacteurs et des fournisseurs, je fais autant de bulletins qu'il y a d'ouvriers, et j'exprime sur chacun d'eux le bordereau des espèces qui devront former le solde du compte de chacun, le nombre de ses journées, la somme qu'il laisse à ses créanciers, s'il en a, et à la masse des secours. Exemple :

ROBERT.

23 Journées ½ = 47f.

Retenue du boulanger	7f
Masse.....	2
7 Pièces de 5 francs.....	35
1 Pièce de.....	2
Cuivre	1
	47f

Quand tous ces bulletins sont faits, on met dessus les espèces désignées, en les rangeant sur une grande table, les uns à côté des autres et ayant soin de mettre les mineurs, manœuvres et rouleurs séparément, afin de pouvoir trouver facilement celui qu'on cherche. On lit le bulletin à l'ouvrier en lui remettant son argent; on le lui fait emporter, afin que, s'il y a erreur, on puisse le vérifier de nouveau : l'essentiel est de lui bien faire reconnaître qu'il reçoit réellement la quantité des espèces désignées sur le bordereau. On voit que par ce moyen le caissier fait ses comptes à tête reposée et qu'il les vérifie deux fois : en mettant l'argent dessus, et en le donnant à l'ouvrier; il peut même faire sa caisse avant la paie, et s'assurer encore de cette manière s'il n'a point fait d'erreurs notables.

Livrets, passe-ports, congés.

Peu de mineurs ont des livrets ; ils voyagent avec des passe-ports et des congés de chaque établissement où ils ont travaillé. Les livrets seraient préférables et beaucoup plus faciles à porter que toutes ces feuilles volantes; mais en général ils préfèrent des congés. Dans tous les cas le directeur doit se faire remettre les passe-ports et les déposer à la mairie. La loi le veut ainsi, et c'est une mesure très-sage.

Des élèves-mineurs.

Lorsqu'on est chargé de la direction d'une nouvelle mine, on ne doit rien négliger pour former des élèves pris parmi les habitans du pays, et c'est aux plus pauvres et à ceux qui n'ont que peu ou point de bien qu'il convient de s'adresser. Les enfans surtout doivent être l'objet des soins et de la sollicitude du directeur, qui doit voir en eux une pépinière d'ouvriers, qui deviendront d'autant meilleurs et d'autant plus attachés à l'établissement, qu'on aura pris plus de soin à leur faire sentir l'avantage d'une vie régulièrement occupée, d'un travail continu, toujours indépendant de l'état du ciel, des saisons, des rigueurs du froid et de l'ardeur brûlante du soleil.

Le travail des mines présente un appât bien grand pour les gens de la campagne qui ont un petit domaine à cultiver : c'est celui de ne travailler que huit heures, et d'avoir encore huit heures de disponibles pour la culture et les soins du ménage ; de cette manière tout est concilié. La mine fournit l'argent, le domaine donne du pain et du vin, et il reste encore huit heures de repos pour réparer les forces, et cela s'arrange d'autant mieux que les ouvriers alternent entre eux de semaine en semaine, afin que les postes de jour et ceux de nuit ne soient pas toujours remplis par les mêmes.

Il faut autant que possible laisser aux mi-

neurs le soin de se choisir leurs camarades de travail; c'est un moyen d'éviter les disputes et les plaintes : si on les contrarie dans leurs petites associations, on est continuellement ennuyé de leurs doléances; tandis qu'en les laissant libres, ils n'ont aucun droit de se plaindre, et l'on s'aperçoit bientôt qu'un ouvrier est réellement mauvais, si personne ne veut s'associer avec lui. On ne doit, je le répète, ne rien négliger pour former des mineurs du pays; car il y a de grands inconvéniens à ne se servir que d'étrangers, et voici les principaux :

Ils exigent une plus forte paie, parce qu'étant forcés de tout acheter et ne récoltant rien, il leur est impossible de vivre à aussi bon compte que les paysans.

Il faut les loger, les coucher, les chauffer et les éclairer; autre inconvénient, qui exige un mobilier, qui, si simple qu'on peut le supposer, ne laisse pas que d'entraîner une dépense et un entretien assez considérables; aussi, quand on a le bonheur d'être voisin d'un village, on doit tâcher de les mettre en pension chez les habitans.

Ils prennent la maladie du pays, se dégoûtent et s'entendent quelquefois pour demander de l'augmentation ou quitter tous à la fois.

Enfin, il est rare de trouver le zèle et le dévouement chez un homme qui désire voyager et qui sait d'avance qu'il ne restera pas long-temps dans le même atelier; tandis qu'on

a droit d'en attendre de celui qui est attaché au pays par sa famille, l'héritage de ses pères, et qui ne pourrait jouir du surcroît de bien-être que lui procure le travail des mines, s'il cessait de s'y conduire avec honneur; il n'aurait pas, comme l'étranger, la ressource de changer d'atelier et d'aller chercher fortune ailleurs.

De la masse des secours.

L'un des grands moyens d'attacher les ouvriers à une exploitation, c'est d'organiser une masse des secours à l'aide de laquelle on peut faire soigner les malades, les blessés, leurs femmes et leurs enfans, secourir la veuve et l'orphelin, s'opposer à la rapacité des usuriers et réparer un malheur imprévu.

Le fonds de la masse des secours se compose de la retenue d'une journée de paie par mois, faite à chaque ouvrier, quel que soit son salaire; du produit des amendes imposées comme punitions, et d'une petite somme donnée par la compagnie à titre d'encouragement et qui varie en raison de l'importance de l'établissement. Cette mesure influe sur le moral des ouvriers beaucoup plus qu'on ne le croit; elle leur donne un esprit d'ordre et de prévoyance qui produit les meilleurs effets, et quand à tous ces avantages on peut joindre le bienfait d'une école pour les enfans et même pour les adultes, nous jouissons du bonheur d'avoir fait tout le bien possible

aux hommes qui nous entourent habituellement, et si leur reconnaissance n'est pas toujours le prix de nos soins et de notre sollicitude, la satisfaction intérieure est là, et cette récompense toute divine est du moins à l'abri de tous les revers. Je parle ici par expérience; j'ai créé une masse des secours, une école pour les enfans de mes ouvriers: j'ai obtenu d'excellens résultats, j'ai fait un peu de bien, quelques heureux, beaucoup d'ingrats; j'ai été loué par les uns, blâmé par les autres, et je me sens tout disposé à recommencer.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Voici le réglement que j'avais adopté: je ne prétends pas le donner comme un modèle de sagesse et de prévoyance; mais tout simplement comme un terme de comparaison.

Je connais les excellens réglemens qui régissent les mines de l'Allemagne, et qu'une longue expérience a sanctionnés et perfectionnés. Mais nos mines en France ne sont point assez importantes et point assez anciennes, pour comporter de pareilles institutions; en Saxe, au Hartz, en Hongrie, les mineurs forment une corporation qui est sous la surveillance immédiate du gouvernement, qui est régie par des lois et des réglemens particuliers, et qui jouit de certaines prérogatives. En France il n'y a rien de tout cela, et il n'est pas probable que notre industrie minérale prenne jamais assez d'extension pour exiger de pareilles mesures.

RÉGLEMENT

Concernant les ouvriers employés aux mines du Lardin, département de la Dordogne.

Article I.er

Tous les ouvriers de l'établissement doivent, pendant la durée de leur travail, obéissance et respect au maître mineur ou au caporal qui en remplit les fonctions.

Art. II.

Les ouvriers qui travaillent dans l'intérieur de la mine se divisent en mineurs, manœuvres et rouleurs. La durée de leur travail est de 8 heures consécutives, formant un poste.

Trois de ces postes se succèdent sans interruption, pendant les 24 heures, savoir :

De 4 heures du matin à midi,

De midi à 8 heures du soir,

Et de 8 heures du soir à 4 heures du matin.

Les travaux sont interrompus le dimanche et les jours de fêtes ; mais en cas d'urgence l'administration se charge d'obtenir l'agrément de l'Autorité de les continuer sans relâche ; en conséquence aucun ouvrier ne pourra refuser ses services le dimanche, toutes les fois que les travaux l'exigeront impérieusement.

Art. III.

Il est défendu aux mineurs, manœuvres et rouleurs, de quitter leur poste avant que le caporal de service vienne les relever ; ils ne doivent quitter leur place ou interrompre leur travail que pour des motifs pressans ; le tout sous peine de l'amende fixée ci-dessous, art. VII.

Art. IV.

Les mineurs qui travaillent à prix fait ne sont point

tenus aux obligations stipulées art. II, à moins cependant que le service des rouleurs, celui des boiseurs ou tout autre objet, ne l'exige. Dans ce cas les prifacteurs se soumettront aux postes réglés de huit en huit heures; mais dans tous les cas il leur est expressément défendu de manquer à leur travail sans un motif valable.

Art. V.

Les maîtres boiseurs ne sont pas tenus de travailler à des heures réglées, c'est l'urgence et la sûreté des ouvriers qui les commandent; ils sont obligés d'avoir toujours des bois assortis et préparés d'avance pour les galeries, les puits, les tailles ou stross, qui sont en exploitation.

Art. VI.

Les maréchaux, charpentiers, menuisiers, terrassiers et autres ouvriers qui ne sont point employés dans l'intérieur de la mine, travaillent pendant tout le jour de la manière suivante :

En Janvier,	de 7 heures du matin		à 5 heures du soir,	
En Février,	de 6 ½	—	à 6	—
En Mars,	de 5	—	à 7	—
En Avril,	de 5 ½	—	à 7	—
En Mai,	de 4 ½	—	à 7 ½	—
En Juin,	de 4	—	à 8	—
En Juillet,	de 4 ½	—	à 7 ½	—
En Août,	de 5	—	à 7	—
En Sept.e,	de 5 ½	—	à 6	—
En Octobre,	de 6 ½	—	à 5 ½	—
En Nov.e,	de 7	—	à 5	—
En Déc.e,	de 7	—	à 5	—

Pendant toute l'année on accorde à tous ces ouvriers du dehors une demi-heure pour déjeûner et une heure pour dîner; mais à cause des grandes chaleurs et de la longueur des journées, on accorde deux heures pour le dîner pendant les mois de Juin, Juillet et Août. Les

heures de travail et de repos seront annoncées par un coup de cloche.

Art. VII.

La punition des ouvriers qui auront manqué à leur devoir, soit qu'ils travaillent à la journée ou à prix fait, soit à l'intérieur ou à l'extérieur, est fixée au quart ou à la demi-journée de paie, suivant les circonstances ; mais, à chose égale, l'amende sera toujours double, quand elle aura été méritée pendant la nuit.

Le caporal de service ou le maître mineur, qui seuls ont le droit d'infliger cette punition, en préviendront toujours l'ouvrier au moment ou il l'aura méritée, et toutes ces amendes seront versées dans la caisse de la masse des secours, ainsi qu'il sera statué ci-dessous, art. X.

Art. VIII.

Le manque d'exactitude aux heures de travail, la preuve évidente de paresse, et tout ce qui pourrait empêcher que les heures de travail ne fussent pas loyalement employées au profit de l'établissement, sera puni de l'amende fixée ci-dessus ; mais tout ouvrier qui serait convaincu d'avoir volé, non-seulement dans l'établissement, mais partout ailleurs, sera renvoyé à perpétuité : il en sera de même pour ceux qui déroberaient des fruits pendant la nuit, qui causeraient volontairement du trouble ou du dommage quelconque, et enfin pour toute cause d'insubordination.

Art. IX.

En cas d'accident, les ouvriers qui seront à portée de donner du secours, devront le faire à la seule réclamation de leurs camarades en danger, et ceux qui feront preuve de courage et d'humanité, seront récompensés en raison des services qu'ils auront rendus. Les administrateurs se réservent même le plaisir de récompenser honorablement tout ouvrier de l'établissement qui pré-

terait main forte ou donnerait des preuves d'humanité et de courage en cas d'incendie ou de tout autre événement arrivé dans sa commune.

Art. X.

A partir du 1.er Janvier prochain, il sera retenu à tous les ouvriers qui travaillent habituellement dans l'établissement une journée de leur paie par mois. Cette retenue sera versée dans la caisse de la masse des secours, qui demeure instituée à partir dudit jour.

Cette caisse est essentiellement consacrée au soulagement des blessés et des malades, à la paie des médecins, des chirurgiens et des médicamens. Le surplus sera employé à secourir les veuves et les orphelins des ouvriers qui auront contribué à l'augmentation de ladite masse.

La caisse des secours restera déposée entre les mains de l'administrateur général; mais comme elle appartiendra en entier aux ouvriers, on choisira parmi eux quatre chefs de masse, dont deux parmi les étrangers et deux parmi les ouvriers du pays. Ces quatre chefs auront droit de disposer des fonds qui resteront en caisse après que les médecins, chirurgiens et pharmaciens auront été payés; mais ils ne pourront le faire que dans des vues de bienfaisance et d'humanité, et après s'être concertés avec les administrateurs, qui veilleront à ce qu'il reste toujours au moins 500 francs en réserve. A cet effet la caisse sera fermée d'une double clef.

Les chefs de masse, auxquels on devra toujours s'adresser pour emprunter à la caisse à raison de 5 pour %, seront changés tous les ans, excepté le maître mineur, qui l'est de droit et à vie.

Les amendes infligées aux ouvriers dans le courant du mois seront versées à la masse, et cette caisse profitera aussi de la part entière des ouvriers qui viendraient à quitter volontairement avant d'avoir achevé leur année. Quant à ceux qui seront renvoyés pour quelque cause

que ce soit, ils recevront moitié de ce qu'ils auront laissé dans l'année courante seulement.

Art. XI.

Voulant que les ouvriers qui ont droit à la masse des secours, reçoivent tous les soins et les soulagemens que leurs blessures ou l'état de leur santé pourront exiger, les chefs de masse, de concert avec les administrateurs, feront choix d'un médecin et d'un chirurgien, qui seront attachés à l'établissement, et qui donneront leurs soins non-seulement aux ouvriers eux-mêmes, mais encore à leurs femmes et à leurs enfans[1]; leurs honoraires seront réglés à l'amiable, soit par visite ou par abonnement: enfin, les médicamens seront pris chez le meilleur pharmacien de la ville, et les comptes seront soldés tous les six mois par le directeur, qui les communiquera aux chefs de masse. Le pharmacien ne délivrera aucun médicament sans ordonnance et si le demandeur n'est pas muni de sa carte de santé.

Art. XII.

Lorsque l'on jugera convenable d'établir un uniforme pour les mineurs, à l'instar des exploitations étrangères, les administrateurs en préviendront les chefs de masse six mois d'avance, afin qu'ils s'entendent entre eux et avec leurs camarades. Cet uniforme consistera en une veste et pantalon de drap bleu avec passepoil rouge, gilet rouge garance, boutons d'uniforme, chapeau ciré et pantalon blanc pour l'été. La grande tenue comprendra le tablier de cuir noir ciré, avec ceinturon bouclé

---

1 M. le médecin Blondy et M. Buisson, chirurgien, chevaliers de la Légion d'honneur et attachés à l'ex-garde, ont accepté ces fonctions plus honorables que lucratives, et n'ont cessé de les remplir avec un zèle et un dévouement au-dessus de tout éloge. Je me fais un devoir de leur en témoigner ici toute ma reconnaissance.

par derrière pour les simples mineurs, et par devant pour le maître mineur et les caporaux, qui porteront les galons et une arme, après en avoir obtenu la permission.[1]

ART. XIII.

A partir du 1.er dimanche de Mai prochain, il sera ouvert dans la cour de la verrerie une école des dimanches suivant la méthode d'enseignement mutuel.

Il sera dressé une liste des ouvriers et des enfans qui devront suivre ces leçons, et tous ceux qui ne seront point présens à l'appel paieront une amende de 10 centimes au profit de la masse, qui paiera le maître; et les faux frais que l'école exigera, l'encre, les plumes, le papier, les livres et tableaux d'étude, sont à la charge de l'administration, ainsi, que les prix qui seront distribués tous les ans le 1.er dimanche de Mai, jour anniversaire de la fondation de l'école.

Fait au château de Peyraux, lieu ordinaire des assemblées administratives de la compagnie des mines du Lardin.

Le 1.er Janvier 1822.

Signé, Le Comte F. DE ROYÈRE,
administrateur général.

P. BRARD, directeur-caissier.

---

1 Cet uniforme est tout-à-fait indépendant de l'habit de travail, qui varie suivant le pays et la nature de l'ouvrage. Le toquet vert, tricoté et garni de bourre, qui sert de coiffure aux mineurs du Hartz; le chapeau de fer-blanc de Saint-Étienne (pl. IX, fig. 4), etc., sont motivés par la sûreté ou la commodité des ouvriers, de même que le tablier de cuir sur lequel le mineur s'assied quand il bat son coup.

Sainte-Barbe.

Le jour de la Sainte-Barbe, qui se trouve le 4 Décembre, est la fête des mineurs, des artilleurs, des marins et des artificiers. Je suis dans l'usage de leur faire dire une messe en leur honneur, de les y conduire et de dîner avec eux ce jour-là ; c'est ordinairement cet instant que je choisis pour faire lire le réglement, pour annoncer l'état de la caisse des secours, et pour nommer les ouvriers qui passent du grade de simple rouleur à celui de mineur. Ces petites promotions, attendues avec impatience, sont la récompense d'une bonne conduite et d'un travail assidu.

Sainte-Barbe serait triste et mal fêtée, si l'on ne brûlait pas beaucoup de poudre à sa mémoire, aussi faut-il en faire une petite distribution la veille, afin de rendre la fête complète et tout-à-fait joyeuse. Les Allemands surtout tiennent beaucoup à bien fêter leur patronne, et n'entendraient pas qu'elle fût remise au dimanche suivant.

§. 2.

Comptabilité.

Je n'entrerai point ici dans les détails de la tenue des écritures. C'est une partie qui est ordinairement tout-à-fait étrangère aux fonctions du directeur des travaux. Je dirai

cependant pour ceux qui par économie se trouveraient chargés momentanément de la caisse et des écritures, qu'il leur suffit de tenir un livre-journal de leurs recettes et de leurs dépenses, sur lequel ils inscrivent tout ce qu'ils reçoivent et tout ce qu'ils dépensent, en ayant soin de retirer des quittances de tous les prifacteurs et fournisseurs.

Quant aux ouvriers à la journée, ils sont tous portés sur une seule et même feuille, que l'on fait signer par le maître mineur et qui sert de pièce à l'appui, comme les autres quittances que l'on doit rassembler mois par mois, pour en faire une liasse au bout de l'année.

Si l'administration ou le gérant ne réside pas sur les lieux, le directeur-caissier enverra tous les mois un état de ses recettes et dépenses, énonçant pour balance ce qui lui reste en caisse, et il aura soin de faire vérifier et approuver chacun de ces comptes, afin que les erreurs ne vieillissent pas, qu'il ne soit point préoccupé de sa comptabilité, et qu'il puisse donner tout son temps et tous ses soins à l'exploitation proprement dite. Le brouillard, qu'il lui suffit de tenir exactement, peut toujours servir à mettre les écritures en parties doubles, quand on en sentira la nécessité ; mais c'est à un commis et non au directeur à se charger de ce soin, qui exige d'ailleurs l'habitude de la tenue des livres, que l'on ne peut exiger de lui.

En revanche, il est un genre de comptabilité qui le concerne spécialement, c'est le calcul journalier de la dépense des travaux par rapport aux produits, et c'est ici qu'il faut tout s'avouer, ne rien omettre et se garantir de toute illusion. Non-seulement il faut faire figurer tous les frais d'extraction actuelle; mais faire entrer aussi en ligne de compte les frais généraux, les frais d'administration et l'intérêt des sommes dépensées, soit pour l'acquisition de la concession des terrains, soit pour les indemnités, les frais d'épuisement par galerie ou par machines, etc.

Toutes ces sommes formeront un capital dont l'interêt doit se répartir sur la quantité du minerai ou du combustible extrait, et l'on sait parfaitement que, plus on extrait dans un temps donné, et moins la portion des frais généraux et de l'intérêt du capital dépensé est forte. Si, je le suppose, ces deux sommes cumulées s'élèvent à dix mille francs, et que l'extraction ne dépasse pas dix mille hectolitres ou dix mille quintaux par an, il faudra augmenter le prix d'extraction de chacun de ces quintaux ou hectolitres de 1^{f}; tandis que, si le produit était porté à cent mille quintaux ou hectolitres par an, il ne faudrait plus augmenter chacun d'eux que de 10 centimes : ainsi l'hectolitre de houille, revenant, je le suppose, à 50 centimes d'extraction, devrait être porté à 60 centimes de prix coûtant.

Voilà le calcul dont le directeur doit constamment s'occuper, qu'il doit répéter souvent, et surtout quand il apporte quelque changement dans ses moyens d'extraction, dans le nombre de ses ouvriers, la forme ou la capacité de ses chariots, etc.

Les moyens d'exportation et de transport, la nature des chemins à parcourir pour arriver à un lieu de consommation, aux abords d'une grande route, d'un canal, d'un port ou d'une rivière navigable, font encore le sujet des soins et des méditations d'un directeur zélé, et si l'exploitation qui lui est confiée produit plusieurs qualités différentes de combustible ou de minerai, il doit les essayer lui-même, afin de pouvoir mettre les consommateurs à portée d'approprier ces différens produits à différens usages, pour en augmenter et en faciliter la vente; et pour pouvoir donner la preuve de ce qu'il avance aux personnes qui seraient intéressées à s'assurer de la véracité de ses assertions, je conseille d'avoir un four d'essai, toujours prêt à mettre en feu, soit pour éprouver le degré de chaleur ou la proportion du résidu d'un combustible, soit pour apprécier la richesse d'un minerai quelconque, et tout cela ne suppose que les connaissances qui sont aujourd'hui répandues dans toutes les classes de la société qui s'occupent des arts et de l'industrie, ou du moins qui sont journellement enseignées dans nos écoles des mines,

et particulièrement dans celles de Paris et de Saint-Étienne, dont on trouve tous les statuts et réglemens à la fin du second volume des Annales des mines, mais dont nous rapporterons ici, dans l'intérêt des exploitans et des maîtres d'usines, ce qui concerne l'admission des élèves.

§. 3.

École des mines et des mineurs.

. . . . . .

Art. X. Les élèves sont admis à l'école des mineurs de Saint-Étienne par le directeur général des ponts et chaussées et des mines, sur la présentation des préfets des départemens.

Art. XI. Ces élèves seront pris de préférence parmi les fils et neveux des mineurs, chefs-ouvriers d'usines, maîtres mineurs, directeurs ou exploitans des mines ou usines.

Art. XII. Tout prétendant à l'admission adressera sa demande au préfet de son département, en produisant à l'appui : 1.° un extrait de son acte de naissance, prouvant qu'il a l'âge prescrit (15 à 25 ans); 2.° un certificat d'un officier de santé, attestant qu'il est d'une bonne constitution, et qu'il a été vacciné ou qu'il a eu la petite vérole; 3.° un certificat du maire de sa commune, constatant qu'il est de bonnes vie et mœurs, et indiquant en outre s'il est fils ou neveu de mineur, de chef-ouvrier d'usine, de maître mineur, etc.

Art. XIII. Le préfet fera examiner le candidat par l'ingénieur des mines du département, ou à son défaut par telle personne qu'il jugera convenable, afin de s'assurer de son degré d'instruction, ou au moins s'il possède celle qu'on acquiert dans les écoles primaires (lire, écrire et les quatre premières règles de l'arithmétique), ainsi que cela est exigé par l'article 4 de l'ordonnance royale du 2 Août 1816, qui institue cette école.

Art. XIV. L'enseignement de l'école des mineurs de Saint-Étienne a pour objet, 1.° les élémens de mathématiques, dont la connaissance est indispensable pour dresser les plans de mines, etc.; 2.° les élémens d'exploitation proprement dite, comprenant la disposition générale des travaux d'une mine, les divers moyens d'entailler et d'abattre les roches et les minerais; l'art d'étayer les excavations souterraines, les méthodes d'aérage; l'art de contenir les eaux, de les faire écouler et de les épuiser; les usages de la sonde; les divers moyens employés pour transporter et extraire les matières, et la connaissance des principales machines en usage dans toutes ces opérations (l'on voit que cette seconde partie du cours d'instruction de Saint-Étienne comprend exactement ce dont nous avons traité dans le courant de cet ouvrage); 3.° la connaissance élémentaire des principales substances minérales et de leur gissement; l'art d'essayer les minerais, surtout par la voie

sèche ; les élémens de l'art de traiter en grand et d'obtenir économiquement les matières minérales les plus utiles.

Art. XIX. Indépendamment des études ci-dessus et des exercices auxquels elles donneront lieu, soit à l'école, soit sur le terrain, les élèves suivront les travaux qui se font dans les mines des environs de Saint-Étienne; et le directeur de l'école avisera aux moyens de leur faire remplir successivement les emplois de charioteur, trieur, mineur, boiseur, sondeur, pompier et machiniste.

Art. XX. Le cours complet des études est divisé en deux années, et les élèves sont partagés en deux divisions ; ils pourront être autorisés à rester une troisième année. (Extrait du réglement de S. Exc. le ministre de l'intérieur, relatif à l'école des mineurs de Saint-Étienne.)

Outre cette école, qui a été fondée, comme on le voit, en faveur des fils et des neveux des maîtres mineurs, directeurs et conducteurs des travaux de mine, le Gouvernement admet neuf élèves externes à suivre les cours de l'école des mines de Paris, qui est spécialement consacrée aux élèves de l'école polytechnique qui se destinent à devenir ingénieurs des mines. Ces élèves externes, qui ne sont admis qu'après avoir subi un examen préalable qui prouve déjà un assez grand degré d'instruction, sont plus particulièrement choisis parmi les fils des concessionnaires ou des

propriétaires d'usine. Mais on y reçoit aussi par faveur quelques jeunes étrangers, et le cours de minéralogie est public.

Tels sont les moyens d'instruction offerts par le Gouvernement français aux jeunes gens qui se destinent à l'art des mines, et il y joint à titre de récompense, pour les élèves ingénieurs seulement qui se sont distingués par leurs talens et leur application, la faveur de voyager pendant plusieurs années, aux frais de l'État, en Angleterre et en Allemagne, qui sont les pays classiques de l'exploitation et de la métallurgie; et ces voyages ont le double avantage, de perfectionner l'instruction pratique de nos jeunes ingénieurs français, et de nous tenir au courant de l'état de l'art chez nos voisins, par la publication des excellens mémoires qui sont le fruit de leur zèle éclairé et dont ils enrichissent nos Annales.

§. 4.

Législation des mines.

Il est, je crois, fort inutile de recommander aux concessionnaires, aux exploitans et aux inventeurs des mines, de se conformer à la loi qui régit aujourd'hui cette branche particulière de notre industrie; mais comme il pourrait arriver que ceux qui ne connaissent pas encore cette loi, pussent omettre ou négliger quelques formalités essentielles, dont leurs adversaires ne manqueraient pas

de profiter, j'ai cru que je ne pouvais rien faire de mieux, pour éviter les contestations et toutes les longueurs qui en sont la suite, que de rapporter ici la loi en entier, afin qu'on pût y recourir sans être obligé d'aller fouiller les archives des maires, et de feuilleter le volumineux recueil du Bulletin des lois.

Quant aux lois étrangères, aux anciennes ordonnances de nos rois qui ne sont plus en vigueur, on conçoit qu'il m'était impossible de les rappeler ou d'en citer même quelques passages, quelque curieux qu'ils fussent; car j'aurais été entraîné beaucoup trop loin, sans rien donner d'aussi complet que l'ouvrage en trois volumes publié par M. l'ingénieur en chef Blavier sur la jurisprudence des mines, auquel je renvoie tant pour les lois et réglemens anciens et étrangers, que pour les instructions ministérielles qui ont été successivement publiées depuis la loi de 1810, pour en aider l'exécution et en faciliter l'application.

Qu'il me soit permis, avant de terminer ce chapitre, que je crains cependant d'avoir déjà trop étendu, de conseiller aux personnes qui découvrent des mines, ou qui possèdent des affleuremens dans leurs domaines, de renoncer, quelle que soit leur fortune, à la prétention de les exploiter seules et sans associés. Je ne saurais trop répéter, que la part du hasard est si grande dans l'exploitation des

mines, que nous voyons si souvent les plus belles espérances s'évanouir, et les calculs les plus sages et les plus justes en apparence devenir faux ou exagérés, qu'il est de toute prudence de ne verser dans ces sortes d'entreprises que les sommes dont, à la rigueur, on peut faire le sacrifice sans rien déranger à sa fortune ; mais comme il faut de grands capitaux pour amener les exploitations au point où elles produisent un premier dividende, et que l'on peut être certain de perdre son argent si l'on ne veut y sacrifier que de petites sommes, on ne peut rien faire de plus convenable que de créer des actions d'un ou de deux mille francs chacune, plus ou moins, et en nombre suffisant pour former du premier jet un fonds social assez fort, susceptible de faire face à toutes les dépenses prévues et imprévues. Cinq ou six cent mille francs est une somme suffisante pour l'exploration et l'exploitation d'une concession houillère ; mais elle serait beaucoup trop faible pour l'exploitation et le traitement d'une mine de cuivre, par exemple, ou d'une mine d'argent, à cause des frais énormes qui sont réclamés par les ateliers de préparation des minerais et l'établissement de tous les appareils qui composent ce que l'on appelle une fonderie.

Je ne suis point partisan des actions qui portent intérêt du moment de leur émission et en attendant leur part au dividende : il

est attrayant, j'en conviens, pour un capitaliste qui met des fonds dans une affaire, de retirer l'intérêt de son argent avant qu'il soit possible de lui donner une part dans les bénéfices; mais c'est un appât trompeur, qui ronge sourdement le fonds capital et dont il faut éviter de le grever.

Il vaut aussi beaucoup mieux, selon moi, augmenter le nombre des actions, en élever le prix et ne commencer les travaux qu'après les avoir placées toutes, que de se réserver par l'acte social la faculté de faire un ou plusieurs appels de fonds, ou de créer de nouvelles actions; car, ces ressources n'étant employées que quand une affaire languit ou va tout-à-fait mal, il est très-difficile de la relever par ces expédiens. J'ai vu beaucoup d'entreprises de mine tomber faute d'avoir eu la prudence de former un fonds capital assez fort dès l'origine, ou de n'avoir point émis un assez grand nombre d'actions avant de commencer les recherches.

Je ne suis point de force à discuter les avantages et les inconvéniens des sociétés en commandite, en nom collectif, des sociétés civiles et des sociétés anonymes, dans lesquelles le Gouvernement remplit l'office de tuteur et représente le public. Je sais seulement que les avis sont partagés, et qu'il y a fort peu de notaires, à Paris même, qui sachent bien rédiger un acte de société, qui en entendent bien la contexture, si je puis

m'exprimer ainsi, et qui soient de force à se passer des avis et des conseils d'un homme de l'art; et cependant la prospérité d'une entreprise est presque toujours la suite de la bonne intelligence qui règne entre les sociétaires, et cette union ne peut résulter que d'un acte clair, précis, sagement conçu, où tous les intérêts sont ménagés et où aucune partie n'est sacrifiée à l'avantage d'une autre.

LOI

Concernant les mines, les minières et les carrières.

Du 21 Avril 1810.

TITRE PREMIER.

Des mines, minières et carrières.

Art. 1.er Les masses de substances minérales ou fossiles renfermées dans le sein de la terre, ou existantes à la surface, sont classées, relativement aux règles de l'exploitation de chacune d'elles, sous les trois qualifications de mines, minières et carrières.

2. Seront considérées comme mines, celles connues pour contenir en filons, en couches ou en amas, de l'or, de l'argent, du platine, du mercure, du plomb, du fer en filons ou couches, du cuivre, de l'étain, du zinc, de la calamine, du bismuth, du cobalt, de l'arsenic, du manganèse, de l'antimonie, du molybdène, de la plombagine, ou autres matières métalliques; du soufre, du charbon de terre ou de pierre, du bois fossile, des bitumes, de l'alun et des sulfates à base métallique.

3. Les minières comprennent les minerais de fer dits d'alluvion, les terres pyriteuses propres à être converties en sulfate de fer, les terres alumineuses et les tourbes.

4. Les carrières renferment les ardoises, les grès, pierres à bâtir et autres, les marbres, granits, pierres à chaux, pierres à plâtre, les pouzzolanes, le trass, les basaltes, les laves, les marnes, craies, sables, pierres à fusil, argiles, kaolin, terres à foulon, terres à poterie, les substances terreuses et les cailloux de toute nature, les terres pyriteuses regardées comme engrais; le tout exploité à ciel ouvert ou avec des galeries souterraines.

TITRE II.

De la propriété des mines.

5. Les mines ne peuvent être exploitées qu'en vertu d'un acte de concession délibéré en Conseil d'État.

6. Cet acte règle les droits des propriétaires de la surface sur le produit des mines concédées.

7. Il donne la propriété perpétuelle de la mine, laquelle est dès-lors disponible et transmissible, comme tous autres biens, et dont on ne peut être exproprié que dans les cas et selon les formes prescrites pour les autres propriétés, conformément au Code français et au Code de procédure civile.

Toutefois une mine ne peut être vendue par lots et partagée sans une autorisation préalable du Gouvernement, donnée dans les mêmes formes que la concession.

8. Les mines sont immeubles.

Sont aussi immeubles les bâtimens, machines, puits, galeries et autres travaux établis à demeure, conformément à l'article 524 du Code; sont aussi immeubles par destination, les chevaux, agrès, outils et ustensiles servant à l'exploitation.

Ne sont considérés comme chevaux attachés à l'ex-

ploitation, que ceux qui sont exclusivement attachés aux travaux intérieurs des mines.

Néanmoins les actions ou intérêts dans une société ou entreprise pour l'exploitation des mines seront réputés meubles, conformément à l'article 529 du Code.

9. Sont meubles, les matières extraites, les approvisionnemens et autres objets mobiliers.

TITRE III.

Des actes qui précèdent la demande en concession des mines.

Section I.re

De la recherche et de la découverte des mines.

10. Nul ne peut faire des recherches pour découvrir des mines, enfoncer des sondes ou tarières sur un terrain qui ne lui appartient pas, que du consentement du propriétaire de la surface, ou avec l'autorisation du Gouvernement, donnée après avoir consulté l'Administration des mines, à la charge d'une préalable indemnité envers le propriétaire, et après qu'il aura été entendu.

11. Nulle permission de recherches ni concession de mines ne pourra, sans le consentement formel du propriétaire de la surface, donner le droit de faire des sondes ou d'ouvrir des puits ou galeries, ni celle d'établir des machines ou magasins dans les enclos murés, cours ou jardins, ni dans les terrains attenant aux habitations ou clôtures murées, dans la distance de cent mètres desdites clôtures ou habitations.

12. Le propriétaire pourra faire des recherches, sans formalité préalable, dans les lieux réservés par le précédent article, comme dans les autres parties de sa propriété; mais il sera obligé d'obtenir une concession avant

d'y établir une exploitation. Dans aucun cas, les recherches ne pourront être autorisées dans un terrain déjà concédé.

Section II.

De la préférence à accorder pour les concessions.

13. Tout Français, ou tout étranger naturalisé ou non en France, agissant isolément ou en société, a le droit de demander et peut obtenir, s'il y a lieu, une concession de mines.

14. L'individu ou la société doit justifier des facultés nécessaires pour entreprendre et conduire les travaux, et des moyens de satisfaire aux redevances, indemnités, qui lui seront imposées par l'acte de concession.

15. Il doit aussi, le cas arrivant de travaux à faire sous des maisons ou lieux d'habitation, sous d'autres exploitations ou dans leur voisinage immédiat, donner caution de payer toute indemnité, en cas d'accident: les demandes en opposition des intéressés seront, en ce cas, portées devant nos tribunaux et cours.

16. Le Gouvernement juge des motifs ou considérations d'après lesquels la préférence doit être accordée aux divers demandeurs en concession, qu'ils soient propriétaires de la surface, inventeurs ou autres.

En cas que l'inventeur n'obtienne pas la concession d'une mine, il aurait droit à une indemnité de la part du concessionnaire; elle sera réglée par l'acte de concession.

17. L'acte de concession fait après l'accomplissement des formalités prescrites, purge, en faveur du concessionnaire, tous les droits des propriétaires de la surface et des inventeurs, ou de leurs ayant droit, chacun dans leur ordre, après qu'ils ont été entendus ou appelés légalement, ainsi qu'il sera ci-après réglé.

18. La valeur des droits résultant en faveur du propriétaire de la surface en vertu de l'article 6 de la

présente loi, demeurera réunie à la valeur de ladite surface, et sera affectée avec elle aux hypothèques prises par les créanciers du propriétaire.

19. Du moment où une mine sera concédée, même au propriétaire de la surface, cette propriété sera distinguée de celle de la surface, et désormais considérée comme propriété nouvelle, sur laquelle de nouvelles hypothèques pourront être assises, sans préjudice de celles qui auraient été ou seraient prises sur la surface et la redevance, comme il est dit à l'article précédent.

Si la concession est faite au propriétaire de la surface, ladite redevance sera évaluée pour l'exécution dudit article.

20. Une mine concédée pourra être affectée, par privilége, en faveur de ceux qui, par acte public et sans fraude, justifieraient avoir fourni des fonds pour les recherches de la mine, ainsi que pour les travaux de construction ou confection de machines nécessaires à son exploitation, à la charge de se conformer aux articles 2103 et autres du Code, relatifs aux priviléges.

21. Les autres droits de privilége et d'hypothèque pourront être acquis sur la propriété de la mine, aux termes et en conformité du Code, comme sur les autres propriétés immobilières.

TITRE IV.

Des concessions.

SECTION I.re

De l'obtention des concessions.

22. La demande en concession sera faite par voie de simple pétition adressée au préfet, qui sera tenu de la faire enregistrer à sa date sur un registre particulier, et d'ordonner les publications et affiches dans les dix jours.

23. Les affiches auront lieu pendant quatre mois, dans le chef-lieu du département, dans celui de l'arrondissement où la mine est située, dans le lieu du domicile du demandeur, et dans toutes les communes dans le territoire desquelles la concession peut s'étendre. Elles seront insérées dans les journaux de département.

24. Les publications des demandes en concession de mine auront lieu devant la porte de la maison commune et des églises paroissiales et consistoriales, à la diligence des maires, à l'issue de l'office un jour de dimanche, et au moins une fois par mois pendant la durée des affiches. Les maires seront tenus de certifier ces publications.

25. Le secrétaire général de la préfecture délivrera au requérant un extrait certifié de l'enregistrement de la demande en concession.

26. Les demandes en concurrence et les oppositions qui y seront formées, seront admises devant le préfet jusqu'au dernier jour du quatrième mois, à compter de la date de l'affiche. Elles seront notifiées par acte extrajudiciaire à la préfecture du département, où elles seront enregistrées sur le registre indiqué à l'article 22. Les oppositions seront notifiées aux parties intéressées, et le registre sera ouvert à tous ceux qui en demanderont communication.

27. A l'expiration du délai des affiches et publications, et sur la preuve de l'accomplissement des formalités portées aux articles précédens, dans le mois qui suivra au plus tard, le préfet du département, sur l'avis de l'ingénieur des mines, et après avoir pris des informations sur les droits et les facultés des demandeurs, donnera son avis et le transmettra au ministre de l'intérieur.

28. Il sera définitivement statué sur la demande en concession, par un décret délibéré en Conseil d'État.

Jusqu'à l'émission du décret, toute opposition sera admissible devant le ministre de l'intérieur ou le secrétaire général du Conseil d'État : dans ce dernier cas elle aura lieu par une requête signée et présentée par un avocat au Conseil, comme il est pratiqué pour les affaires contentieuses ; et dans tous les cas elle sera notifiée aux parties intéressées.

Si l'opposition est motivée sur la propriété de la mine acquise par concession ou autrement, les parties seront renvoyées devant les tribunaux et cours.

29. L'étendue de la concession sera déterminée par l'acte de concession : elle sera limitée par des points fixes pris à la surface du sol, et passant par des plans verticaux menés de cette surface dans l'intérieur de la terre à une profondeur indéfinie ; à moins que les circonstances et les localités ne nécessitent un autre mode de limitation.

30. Un plan régulier de la surface, en triple expédition, et sur une échelle de dix millimètres pour cent mètres, sera annexé à la demande. Ce plan devra être dressé ou vérifié par l'ingénieur des mines, et certifié par le préfet du département.

31. Plusieurs concessions pourront être réunies entre les mains du même concessionnaire, soit comme individu, soit comme représentant une compagnie ; mais à la charge de tenir en activité l'exploitation de chaque concession.

SECTION II.

Des obligations des propriétaires de mines.

32. L'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce et n'est pas sujette à patente.

33. Les propriétaires de mines sont tenus de payer à l'État une redevance fixe et une redevance proportionnée au produit de l'extraction.

34. La redevance fixe sera annuelle, et réglée d'après l'étendue de celle-ci : elle sera de 10 francs par kilomètre carré. La redevance proportionnelle sera une contribution annuelle à laquelle les mines seront assujetties sur leurs produits.

35. La redevance proportionnelle sera réglée, chaque année, par le budget de l'État, comme les autres contributions publiques : toutefois elle ne pourra jamais s'élever au-dessus de cinq pour cent du produit net. Il pourra être fait un abonnement pour ceux des propriétaires des mines qui le demanderont.

36. Il sera imposé en sus un décime pour franc, lequel formera un fonds de non-valeur, à la disposition du ministre de l'intérieur, pour dégrèvement en faveur des propriétaires de mine, qui éprouveront des pertes ou accidens.

37. La redevance proportionnelle sera imposée et perçue comme la contribution foncière.

Les réclamations à fin de dégrèvement ou de rappel à l'égalité proportionnelle seront jugées par les conseils de préfecture. Le dégrèvement sera de droit, quand l'exploitation justifiera que sa redevance excède cinq pour cent du produit net de son exploitation.

38. Le Gouvernement accordera, s'il y a lieu, pour les exploitations qu'il en jugera susceptibles, et par un article de l'acte de concession, ou par un décret spécial délibéré en Conseil d'État pour les mines déjà concédées, la remise en tout ou partie du paiement de la redevance proportionnelle, pour le temps qui sera jugé convenable, et ce comme encouragement en raison de la difficulté des travaux : semblable remise pourra aussi être accordée comme dédommagement, en cas d'accident de force majeure qui surviendrait pendant l'exploitation.

39. Le produit de la redevance fixe et de la redevance proportionnelle formera un fonds spécial, dont il sera tenu un compte particulier au trésor public, et qui

sera appliqué aux dépenses de l'Administration des mines et à celles des recherches, ouvertures et mises en activité des mines nouvelles ou rétablissement des mines anciennes.

40. Les anciennes redevances dues à l'État, soit en vertu des lois, ordonnances ou réglemens, soit d'après les conditions énoncées en l'acte de concession, soit d'après des baux et adjudications au profit de la régie du domaine, cesseront d'avoir cours à compter du jour où les redevances nouvelles seront établies.

41. Ne sont point comprises dans l'abrogation des anciennes redevances, celles dues à titre de rentes, droits et prestations quelconques, pour cession de fonds ou autres causes semblables, sans déroger toutefois à l'application des lois qui ont supprimé les droits féodaux.

42. Le droit attribué par l'article 6 de la présente loi aux propriétaires de la surface, sera réglé à une somme déterminée par l'acte de concession.

43. Les propriétaires de mines sont tenus de payer les indemnités dues au propriétaire de la surface sur le terrain duquel ils établiront leurs travaux. Si les travaux entrepris par les explorateurs ou par les propriétaires de mines ne sont que passagers, et si le sol où ils ont été faits peut être mis en culture au bout d'un an, comme il l'était auparavant, l'indemnité sera réglée au double de ce qu'aurait produit net le terrain endommagé.

44. Lorsque l'occupation des terrains pour la recherche ou les travaux des mines prive les propriétaires du sol de la jouissance du revenu au-delà du temps d'une année, ou lorsque, après les travaux, les terrains ne sont plus propres à la culture, on peut exiger des propriétaires des mines l'acquisition des terrains à l'usage de l'exploitation. Si le propriétaire de la surface le requiert, les pièces de terre trop endommagées ou dégradées sur une trop grande partie de leur surface devront être achetées en totalité par le propriétaire de la mine.

L'évaluation du prix sera faite, quant au mode, suivant les règles établies par la loi du 16 Septembre 1807, sur le desséchement des marais, etc., titre XI; mais le terrain à acquérir sera toujours estimé au double de la valeur qu'il avait avant l'exploitation de la mine.

45. Lorsque, par l'effet du voisinage ou pour toute autre cause, les travaux d'exploitation d'une mine occasionnent des dommages à l'exploitation d'une autre mine, à raison des eaux qui pénètrent dans cette dernière en plus grande quantité; lorsque, d'un autre côté, ces mêmes travaux produisent un effet contraire et tendent à évacuer tout ou partie des eaux d'une autre mine, il y aura lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre: le réglement s'en fera par experts.

46. Toutes les questions d'indemnités à payer par les propriétaires de mines à raison des recherches aux travaux antérieurs à l'acte de concession, seront décidées conformément à l'article 4 de la loi du 28 Pluviôse an 8.

TITRE V.

De l'exercice de la surveillance sur les mines par l'administration.

47. Les ingénieurs des mines exerceront, sous les ordres du ministre de l'intérieur et des préfets, une surveillance de police pour la conservation des édifices et la sûreté du sol.

48. Ils observeront la manière dont l'exploitation sera faite, soit pour éclairer les propriétaires sur ses inconvéniens ou son amélioration, soit pour avertir l'Administration des vices, abus ou dangers qui s'y trouveraient.

49. Si l'exploitation est restreinte ou suspendue de manière à inquiéter la sûreté publique ou les besoins des consommateurs, les préfets, après avoir entendu

les propriétaires, en rendront compte au ministre de l'intérieur, pour y être pourvu ainsi qu'il appartiendra.

50. Si l'exploitation compromet la sûreté publique, la conservation des puits, la solidité des travaux, la sûreté des ouvriers mineurs ou des habitations de la surface, il y sera pourvu par le préfet, ainsi qu'il est pratiqué en matière de grande voirie, et selon les lois.

TITRE VI.

Des concessions ou jouissances des mines antérieures à la présente loi.

§. 1.er

Des anciennes concessions en général.

51. Les concessionnaires antérieurs à la présente loi deviendront, du jour de sa publication, propriétaires incommutables, sans aucune formalité préalable d'affiches, vérifications de terrain, ou autres préliminaires, à la charge seulement d'exécuter, s'il y en a, les conventions faites avec les propriétaires de la surface, et sans que ceux-ci puissent se prévaloir des articles 6 et 42.

52. Les anciens concessionnaires seront, en conséquence, soumis au paiement des contributions, comme il est dit à la section II du titre IV, articles 33 et 34, à compter de l'année 1811.

§. 2.

Des exploitations pour lesquelles on n'a pas exécuté la loi de 1791.

53. Quant aux exploitans de mines qui n'ont pas exécuté la loi de 1791, et qui n'ont pas fait fixer, conformément à cette loi, les limites de leurs concessions, ils obtiendront les concessions de leurs exploita-

tions actuelles conformément à la présente loi ; à l'effet de quoi les limites de leurs concessions seront fixées sur leurs demandes ou à la diligence des préfets, à la charge seulement d'exécuter les conventions faites avec les propriétaires de la surface, et sans que ceux-ci puissent se prévaloir des articles 6 et 42 de la présente loi.

54. Ils paieront en conséquence les redevances comme il est dit à l'article 52.

55. En cas d'usages locaux ou d'anciennes lois qui donneraient lieu à la décision de cas extraordinaires, les cas qui se présenteront seront décidés par les actes de concession ou par les jugemens de nos cours et tribunaux, selon les droits résultant pour les parties des usages établis, des prescriptions légalement acquises, ou des conventions réciproques.

56. Les difficultés qui s'élèveraient entre l'Administration et les exploitans, relativement à la limitation des mines, seront décidées par l'acte de concession. A l'égard des contestations qui auraient lieu entre des exploitans voisins, elles seront jugées par les tribunaux et cours.

TITRE VII.

Réglement sur la propriété et l'exploitation des minières, et sur l'établissement des forges, fourneaux et usines.

Section I.re

Des minières.

57. L'exploitation des minières est assujettie à des règles spéciales. Elle ne peut avoir lieu sans permission.

58. La permission détermine les limites de l'exploitation et les règles sous les rapports de sûreté et de salubrité publiques.

Section II.

De la propriété et de l'exploitation des minerais de fer d'alluvion.

59. Le propriétaire du fonds sur lequel il y a du minerai de fer d'alluvion, est tenu d'exploiter en quantité suffisante pour fournir, autant que faire se pourra, aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale : en ce cas il ne sera assujetti qu'à en faire la déclaration au préfet du département ; elle contiendra la désignation des lieux. Le préfet donnera acte de cette déclaration, ce qui vaudra permission pour le propriétaire, et l'exploitation aura lieu par lui sans autre formalité.

60. Si le propriétaire n'exploite pas, les maîtres de forges auront la faculté d'exploiter à sa place, à la charge, 1.° d'en prévenir le propriétaire, qui, dans un mois, à compter de la notification, pourra déclarer qu'il entend exploiter lui-même ; 2.° d'obtenir du préfet la permission sur l'avis de l'ingénieur des mines, après avoir entendu le propriétaire.

61. Si, après l'expiration du délai d'un mois, le propriétaire ne déclare pas qu'il entend exploiter, il sera censé renoncer à l'exploitation ; le maître de forges pourra, après la permission obtenue, faire les fouilles immédiatement dans les terres incultes et en jachère, et après la récolte dans toutes les autres terres.

62. Lorsque le propriétaire n'exploitera pas en quantité suffisante, ou suspendra les travaux d'extraction pendant plus d'un mois, sans cause légitime, les maîtres de forges se pourvoiront auprès du préfet, pour obtenir la permission d'exploiter à sa place.

Si le maître de forges laisse écouler un mois sans faire usage de cette permission, elle sera regardée comme non avenue, et le propriétaire du terrain rentrera dans tous ses droits.

63. Quand un maître de forges cessera d'exploiter un terrain, il sera tenu de le rendre propre à la culture, ou d'indemniser le propriétaire.

64. En cas de concurrence entre plusieurs maîtres de forges pour l'exploitation dans un même fonds, le préfet déterminera, sur l'avis de l'ingénieur des mines, les proportions dans lesquelles chacun d'eux pourra exploiter; sauf le recours au conseil d'état.

Le préfet réglera de même les proportions dans lesquelles chaque maître de forges aura droit à l'achat du minerai, s'il est exploité par le propriétaire.

65. Lorsque les propriétaires feront l'extraction du minerai pour le vendre aux maîtres de forges, le prix en sera réglé entre eux de gré à gré, ou par des experts choisis ou nommés d'office, qui auront égard à la situation des lieux, aux frais d'extraction et aux dégâts qu'elle aura occasionés.

66. Lorsque les maîtres de forges auront fait extraire le minerai, il sera dû au propriétaire du fonds, et avant l'enlèvement du minerai, une indemnité qui sera aussi réglée par experts, lesquels auront égard à la situation des lieux, aux dommages causés, à la valeur du minerai, distraction faite des frais d'exploitation.

67. Si les minerais se trouvent dans les forêts royales, dans celles des établissemens publics ou des communes, la permission de les exploiter ne pourra être accordée qu'après avoir entendu l'administration forestière.

L'acte de permission déterminera l'étendue des terrains dans lesquels les fouilles pourront être faites; ils seront tenus en outre de payer les dégâts occasionés par l'exploitation, et de repiquer en glands ou plans les places qu'elle aurait endommagées, ou une autre étendue proportionnelle déterminée par la permission.

68. Les propriétaires ou maîtres de forges ou d'usines exploitant les minerais de fer d'alluvion, ne pourront, dans cette exploitation, pousser des travaux réguliers

par des galeries souterraines, sans avoir obtenu une concession avec les formalités et sous les conditions exigées par les articles de la section première du titre III et les dispositions du titre IV.

69. Il ne pourra être accordé aucune concession pour minerai d'alluvion ou pour des mines en filons ou couches, que dans les cas suivans :

1.° Si l'exploitation à ciel ouvert cesse d'être possible, et si l'établissement de puits, galeries et travaux d'art est nécessaire;

2.° Si l'exploitation, quoique possible encore, doit durer peu d'années, et rendre ensuite impossible l'exploitation avec puits et galeries.

70. En cas de concession, le concessionnaire sera tenu toujours, 1.° de fournir aux usines qui s'approvisionneraient de minerai sur les lieux compris en la concession, la quantité nécessaire à leur exploitation, au prix qui sera porté au cahier des charges, ou qui sera fixé par l'administration ; 2.° d'indemniser les propriétaires au profit desquels l'exploitation avait lieu, dans la proportion du revenu qu'ils en tiraient.

Section III.

Des terres pyriteuses et alumineuses.

71. L'exploitation des terres pyriteuses et alumineuses sera assujettie aux formalités prescrites par les articles 57 et 58, soit qu'elle ait lieu par les propriétaires des fonds, soit par d'autres individus, qui, à défaut par ceux-ci d'exploiter, en auraient obtenu la permission.

72. Si l'exploitation a lieu par des non-propriétaires, ils seront assujettis, en faveur des propriétaires, à une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou par des experts.

Section IV.

Des permissions pour l'établissement des fourneaux, forges et usines.

73. Les fourneaux à fondre les minerais de fer et autres substances métalliques, les forges et martinets pour ouvrer le fer et le cuivre, les usines servant de patouillets et bocards, celles pour le traitement des substances salines et pyriteuses, dans lesquelles on consomme des combustibles, ne pourront être établies que sur une permission accordée par un réglement d'administration publique.

74. La demande en permission sera adressée au préfet, enregistrée le jour de la remise sur un registre spécial à ce destiné, et affichée pendant quatre mois dans le chef-lieu du département, dans celui de l'arrondissement, dans la commune où sera situé l'établissement projeté, et dans le lieu du domicile du demandeur.

Le préfet, dans le délai d'un mois, donnera son avis tant sur la demande que sur les oppositions et les demandes en préférence qui seraient survenues; l'administration des mines donnera le sien sur la quotité du minerai à traiter; l'administration des forêts, sur l'établissement des bouches à feu en ce qui concerne les bois, et l'administration des ponts et chaussées, sur ce qui concerne les cours d'eau navigables ou flottables.

75. Les impétrans des permissions pour les usines supporteront une taxe une fois payée, laquelle ne pourra être au-dessous de cinquante francs, ni excéder trois cents francs.

Section V.

Dispositions générales sur les permissions.

76. Les permissions seront données à la charge d'en faire usage dans un délai déterminé; elles auront une

durée indéfinie, à moins qu'elles n'en contiennent la limitation.

77. En cas de contraventions, le procès-verbal dressé par les autorités compétentes sera remis au procureur du roi, lequel poursuivra la révocation de la permission, s'il y a lieu, et l'application des lois pénales qui y sont relatives.

78. Les établissemens actuellement existans sont maintenus dans leur jouissance, à la charge par ceux qui n'ont jamais eu de permission, ou qui ne pourraient représenter la permission obtenue précédemment, d'en obtenir une avant le 1.er Janvier 1813, sous peine de payer un triple droit de permission pour chaque année pendant laquelle ils auront négligé de s'en pourvoir et continué de s'en servir.

79. L'acte de permission d'établir des usines à traiter le fer, autorise les impétrans à faire des fouilles même hors de leurs propriétés, et à exploiter les minerais par eux découverts, ou ceux antérieurement connus, à la charge de se conformer aux dispositions de la section II.

80. Les impétrans sont aussi autorisés à établir des patouillets, lavoirs et chemins de charroi sur les terrains qui ne leur appartiennent pas; mais sous les restrictions portées en l'article 11 : le tout à charge d'indemnité envers les propriétaires du sol, et en les prévenant un mois d'avance.

TITRE VIII.

SECTION I.re

Des carrières.

81. L'exploitation des carrières à ciel ouvert a lieu sans permission, sous la simple surveillance de la police,

et avec l'observation des lois ou réglemens généraux ou locaux.

82. Quand l'exploitation a lieu par galeries souterraines, elle est soumise à la surveillance de l'administration, comme il est dit au titre V.

Section II.

Des tourbières.

83. Les tourbes ne peuvent être exploitées que par le propriétaire du terrain ou de son consentement.

84. Tout propriétaire actuellement exploitant, ou qui voudra commencer à exploiter des tourbes dans son terrain, ne pourra continuer ou commencer son exploitation, à peine de cent francs d'amende, sans avoir préalablement fait la déclaration à la sous-préfecture et obtenu l'autorisation.

85. Un réglement d'administration publique déterminera la direction générale des travaux d'extraction dans le terrain où sont situées les tourbes, celle des rigoles de desséchement, enfin, toutes les mesures propres à faciliter l'écoulement des eaux dans les vallées, et l'atterrissement des entailles tourbées.

86. Les propriétaires exploitans, soit particuliers, soit communauté d'habitans, soit établissemens publics, sont tenus de s'y conformer, à peine d'être contraints à cesser leurs travaux.

TITRE IX.

Des expertises.

87. Dans tous les cas prévus par la présente loi et autres naissant des circonstances, où il y aura lieu à expertise, les dispositions du titre XIV du Code de procédure civile, articles 303 à 323, seront exécutées.

88. Les experts seront pris parmi les ingénieurs des mines, ou parmi les hommes notables et expérimentés dans le fait des mines et de leurs travaux.

89. Le procureur du Roi sera toujours entendu, et donnera ses conclusions sur le rapport des experts.

90. Nul plan ne sera admis comme pièce probante dans une contestation, s'il n'a été levé ou vérifié par un ingénieur des mines. La vérification des plans sera toujours gratuite.

91. Les frais et vacations des experts seront réglés et arrêtés, selon les cas, par les tribunaux : il en sera de même des honoraires qui pourront appartenir aux ingénieurs des mines; le tout suivant le tarif qui sera fait par un réglement d'administration publique.

Toutefois il n'y aura pas lieu à honoraires pour les ingénieurs des mines, lorsque leurs opérations auront été faites, soit dans l'intérêt de l'administration, soit à raison de la surveillance et de la police publique.

92. La consignation des sommes jugées nécessaires pour subvenir aux frais d'expertise, pourra être ordonnée par le tribunal contre celui qui poursuivra l'expertise.

TITRE X.

De la police et de la juridiction relatives aux mines.

93. Les contraventions des propriétaires de mines exploitans non encore concessionnaires ou autres personnes aux lois et réglemens, seront dénoncées et constatées comme les contraventions en matières de voirie et de police.

94. Les procès-verbaux contre les contrevenans seront affirmés dans les formes et délais prescrits par les lois.

95. Ils seront adressés en originaux à nos procu-

reurs, qui seront tenus de poursuivre d'office les contrevenans devant les tribunaux de police correctionnelle, ainsi qu'il est réglé et usité pour les délits forestiers, et sans préjudice des dommages-intérêts des parties.

96. Les peines seront d'une amende de 500 francs au plus, et de 100 francs au moins, double en cas de récidive, et d'une détention qui ne pourra excéder la durée fixée par le Code de police correctionnelle.

Donné à Anvers, le 1.er Mai de l'an 1810.

APPENDICE.

J'ai rassemblé dans cet appendice un certain nombre de notes sur les prix, les poids, les mesures et les façons des ouvrages de mine, qu'il m'eût été difficile d'intercaler dans le texte sans en entraver la marche par de trop fréquentes digressions, et j'ai mieux aimé les réunir toutes ensemble que de les rejeter au bas des pages dans tout le courant de l'ouvrage. On concevra qu'il m'eût été fort aisé d'en décupler le nombre, en consultant le devis des exploitations étrangères; mais il m'a semblé qu'il ne fallait y avoir recours que comme terme de comparaison, et m'attacher surtout à faire connaître le prix de la main-d'œuvre, de la journée, des matériaux et des ouvrages dans les différentes parties de la France, qui sont plus susceptibles d'être comparées entre elles qu'avec les ouvrages de l'Angleterre, de la Saxe ou de la Hongrie. Cela m'a paru du moins préférable, et si les gens de l'art ne partagent point mon avis à ce sujet, je ferai droit à leurs réclamations dans la prochaine édition, si jamais cet ouvrage est assez bien accueilli pour qu'il mérite d'être réimprimé.

Superposition des différentes espèces de terrains connus, représentant leur âge relatif.

1.

TERRAINS PRIMORDIAUX DE CRISTALLISATION.

Inférieurs. Les gneiss, les micaschistes, etc.; l'étain et autres métaux.

Roches primitives par excellence, c'est-à-dire, au-dessous desquelles on n'a jamais pénétré.

Supérieurs. Les roches granitoïdes, syénites, protogines, etc.

Roches très-anciennes, mais sous lesquelles on a pénétré.

2.

TERRAINS PRIMORDIAUX DE SÉDIMENT.

Roches de transition, calcaire de transition, grauwacke, anthracite, etc.

3.

TERRAINS DE SÉDIMENT.

Inférieurs. Depuis la houille jusqu'au calcaire à gryphites ou lias.

Moyens. Depuis le lias jusqu'à la craie.

Supérieurs. Depuis la craie jusqu'à la surface de la terre.

4.

TERRAINS DE TRANSPORT ET D'ALLUVION.

Antédiluviens, qui ne renferment rien qui ait appartenu à l'homme.

Postdiluviens ou *historiques*, renfermant des débris de l'espèce humaine ou des traces de ses travaux, les atterrissemens, les tourbes, etc.

Les terrains volcaniques sont hors de ligne et accidentels. (Brongniart.)

Coupes de terrains houillers.

ÉNUMÉRATION DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE ROCHE DONT SE COMPOSE LE TERRAIN HOUILLER DU BASSIN DE LA LOIRE.

1.° *Pouddings* formés de gros fragmens de schistes micacés ou talqueux primitifs et de granit, à peine liés

entre eux. Ces fragmens ont souvent un volume de plusieurs mètres cubes.

2.° *Pouddings* formés de fragmens moins volumineux, liés par la pâte ordinaire du grès houiller.

3.° *Grès à gros grains*, mélangés de petits fragmens roulés de diverses roches.

4.° *Grès à grains de grosseur uniforme*, mélangé de paillettes de mica fortement agrégées (c'est la pierre à bâtir du pays, connue sous le nom de molasse), en couches épaisses.

5.° *Grès à grains moins gros*, en couches minces.

6.° *Grès micacés*, feuilletés, dont le grain est très-fin et les feuillets très-minces.

7.° *Schiste micacé* d'un tissu lâche et dans lequel on distingue de petits grains de sable.

8.° *Schiste* d'un tissu plus serré et dans lequel le mica est encore visible.

9.° *Schiste* d'un tissu très-serré : cette sorte est la moins commune.

10. Houille peu bitumineuse, terreuse, mêlée de schiste (c'est la couche dite la bâtarde).

11.° Houille plus bitumineuse que la précédente, homogène, à cassure brillante ; généralement dure et se détachant en gros fragmens. On la désigne à Rive-de-Gier sous le nom de *Raffaud*.

12.° Houille très-bitumineuse, très-homogène, à cassure brillante ; c'est la variété que l'on nomme dans la contrée *Maréchale*.

Il est impossible de rien dire de général sur la puissance qu'affectent les couches de houille ; elle varie de 0,48 à 16 et 20 mètres, de 1 pied 6 pouces à 48 ou 60 pieds dans les renflemens.

Les pouddings à gros fragmens à peine adhérens n'accompagnent jamais la houille immédiatement, ils composent, partout où ils existent, les premières assises de la formation houillère sur le terrain primitif.

Quand les couches de houille se présentent avec une suite un peu étendue, elles sont généralement comprises entre des couches de grès compacte de la variété n.° 4 : souvent la superposition de la houille sur ce grès est immédiate; d'autres fois, le *toit* ou le *mur* de la houille, ou tous deux ensemble, sont formés de schistes à empreintes de végétaux. (Topographie extérieure et souterraine du territoire houiller du département de la Loire, par M. Beaunier, ingénieur en chef des mines et directeur de l'école de Saint-Étienne.)

Ordre de superposition des couches de la montagne de Rive-de-Gier, depuis le sommet jusqu'à la couche de houille nommée la Bâtarde.

1	Terre végétale	=	pieds	10	pouces.
2	Banc de roche	5	—	=	—
3	Autre banc de roche	3	—	=	—
4	Grès jaunâtre	6	—	=	—
5	Grès micacé gris	2	—	=	—
6	Pierre argileuse	1	—	=	—
7	Houille	=	—	6	—
8	Même grès que n.° 5	10	—	=	—
9	Grès plus noir	10	—	=	—
10	Grès gris, très-dur	3	—	=	—
11	Pierre argileuse	=	—	6	—
12	Pierre savonneuse	=	—	3	—
13	Pierre argileuse du n.° 6	5	—	=	—
14	Argile savonneuse	=	—	3	—
15	Pierre argileuse	1	—	=	—
16	Houille (la Maréchale)	18	—	=	—
17	Roche pyriteuse	=	—	6	—
18	Houille (le Raffaud)	1	—	=	—
19	Grès bitumineux	5	—	=	—
20	Houille (la Bâtarde)	8	—	=	—
		80	pieds	10	pouces

de profondeur ou 27 mètres environ.

Le terrain houiller d'Anzin est recouvert par quinze couches d'argile glaise et de pierre calcaire; l'épaisseur totale de ce *terrain mort*, ainsi qu'on le nomme dans le pays, varie de 65 à 78 mètres. A *Aniche*, ce mort terrain a 151 mètres. (D'Aubuisson.)

Coupe du terrain houiller des environs du Dubley *à Twidale, en Angleterre.*

	Yards [1].	Pieds.	Pouces.
1 Terre végétale	=	1	=
2 Argile à brique	1	2	6
3, 4, 5 Argile schisteuse	3	3	=
6 Grès	1	2	=
7, 8, 9, 10, 11 Argile schisteuse avec rognons de fer	18	7	1
12 Grès houiller	1	1	=
13, 14, 15 Argile schisteuse	10	5	2
16 Grès houiller	=	1	=
17 Argile mêlée de charbon	=	=	3
18 Grès	2	2	=
19, 20, 21 Argile schisteuse avec rognons de fer	6	4	11
22 Houille	=	1	6
23, 24 Argile réfractaire, propre à la construction des hauts-fourneaux	5	1	=
25, 26, 27, 28 Grès	2	5	3
29 Argile schisteuse	=	1	=
30 Houille	1	=	=
31 Argile schisteuse	2	1	=
32 Houille	=	1	3
33 Argile avec fer exploité	2	1	=
34 Argile schisteuse	8	2	=
35 Argile schisteuse avec fer	=	2	9

1 Un peu moins d'un mètre.

	Yards.	Pieds.	Pouces.
36 Grès	5	2	=
37 Argile avec fer exploité	4	2	=
38, 39, 40, 41 Grès	8	4	=
42 Argile schisteuse	=	=	10
43 Houille	=	=	9
44, 45, 46, 47 Argile schisteuse	5	7	5
48 Houille	=	=	10
49, 50 Argile bitumineuse	=	3	4
51 Houille	10	1	6
52 Argile et fer	7	=	=
53 Houille	2	=	=
54, 55 Argile schisteuse	11	=	=
56 Houille	3	=	=
57 Grès grossier	2	=	=
58 Houille	3	1	=
59 Argile schisteuse	2	2	=
60 Houille	5	=	=
61 Argile schisteuse	40	=	=
62 Houille	=	2	=
63 Argile schisteuse	76	=	=
64 Calcaire	10	=	=
65 Argile schisteuse	30	=	=
	313 yards	1 pi.	3 p.

correspondant à 287 mètres environ.

(Le D.r Thomson.)

On voit que les roches qui constituent les terrains houillers appartiennent toutes à des terrains secondaires formés aux dépens de roches préexistantes, aussi la présence du granit en place du gneiss, des syénites et de toutes les espèces de roches primitives, sont des *indices négatifs* de la présence de la houille.

Coupe du terrain qui recouvre la craie dont le fond du bassin de Paris est formé, et que l'on a traversé en exécutant le puits foré de la maison blanche, à la barrière de Fontainebleau.

Terre, sable et gravier	3m82
Marnes spathiques	0.81
Marnes à coquilles marines	1.22
Roches (calcaire)	0.65
Haut banc	0.65
Bancs exploités par les carriers	2.60
Lambourdes (calcaire)	3.41
Grand coquillier blanc	2.53
Grand coquillier rouge	2.08
Banc coquillier nacré	1.46
Banc coquillier chlorité	1.11
Glaise bleue, dite reteinte	3.25
Glaise blanchâtre	1.95
Glaise verdâtre	1.95
Glaise gris-rouge panachée	1.62
Glaise grise, dite la Belle	1.62
Glaise noire, pyriteuse	0.97
Banc gris-noir, pyriteux	0.33
Sable silicieux, argileux, alternant avec veines de glaise sableuse gris-noirâtre	7.47
	39m50

Au-dessous de cette profondeur on passa un banc noir fort dur de 0.33, et dès qu'on l'eut traversé, la sonde s'enfonça dans un vide d'où il jaillit une source vive des plus abondantes. (Héricart de Thury.)

Prix des ouvrages de mine et des journées de mineur dans différentes parties de la France.

Prix de la journée.

La journée de huit heures des mineurs allemands et piémontais qui sont en France, varie de 2f à 2f 50c, suivant la cherté des vivres; elle va même jusqu'à 3f.

Dans la Vendée, les mineurs du pays se paient 2^{f} par poste de huit heures, et les manœuvres 1^{f} pour dix heures de travail. (Legentil Laurence.)

Dans la Dordogne et la Corrèze, le prix des mineurs est de 2^{f} par poste, celui des manœuvres de 1^{f} 20^{c}, et celui des enfans de 60 à 80^{c}.

Dans les travaux publics des ponts et chaussées, les ingénieurs portent dans leurs devis le prix de la journée des ouvriers ainsi qu'il suit :

D'un soleil à l'autre, dix heures de travail effectif,

pour un maître mineur	4^{f}	=^{c}
Le simple mineur	2.	=
Le garçon	1.	=
Le maître terrassier	2.	=
Le manœuvre	1.	50

A Anzin, département du Nord, où les ouvriers sont à prix fait et logés, où leurs enfans suivent les écoles de l'établissement, et où les blessés et les vieillards sont soignés, un bon ouvrier peut gagner de 2^{f} à 2^{f} 25^{c} par journée de huit à douze heures.

Dans la Creuse, le poste de mineur se paie 2^{f}, et la journée du manœuvre est de 1^{f} à 1^{f} 25^{c}. (Legentil Laurence.)

A Saint-Georges (Maine-et-Loire), les mineurs travaillant six heures gagnent..... 1^{f} =^{c}

Les manœuvres	0.65
Le caporal	1.90
La journée d'un cheval est estimée à	1. =

(Cordier.)

A Alais, département du Gard, les piqueurs qui

abattent le charbon, reçoivent pour huit heures de travail..... 2f =c
Les traîneurs..... 2. =
Et les rouleurs pour dix-huit voyages... 2.25

Dans les houillères de l'Aveyron les mineurs gagnent..... 2f =c
Les manœuvres..... 1.50
Un mulet et son conducteur..... 1.50
Une paire de bœufs, attelés et conduits 3.50 à 4f

A Saint-Étienne et dans les autres mines de la Loire, le prix du poste des mineurs varie de 1f 75c à 2f.

A Rive-de-Gier, les ouvriers qui travaillent dans les mines sont conduits par un chef, que l'on nomme gouverneur; il est payé à raison de 5, 6, et même 8 fr. par jour, suivant l'importance de la mine et son habileté.

Les piqueurs qui abattent la houille dans ces mêmes mines, sont payés à raison de 40 à 45 centimes la beine d'extraction, contenant cinq à six hectolitres de grosse houille, et seulement 15 a 17 centimes pour le menu. Ils peuvent en abattre jusqu'à quinze beines par jour et gagner jusqu'à 3f 50c. On fournit l'huile et les outils au piqueur, plus une beine de houille par semaine. Les traîneurs gagnent autant.

Les chargeurs de beines, les boiseurs, les receveurs, chargeurs au jour, garnisseurs de lampes, toucheurs de chevaux, forgerons, etc., gagnent à Rive-de-Gier 2f à 2f 50c par jour.

A Sansac dans l'Aveyron, les mineurs du pays gagnent 1^f 60^c à 2^f ; mais les étrangers se paient 2^f 50^c à 3^f. (Du Bosc.)

A Vialas dans la Lozère, les mineurs du pays reçoivent 30 francs par mois, les manœuvres de 15 à 21 francs, aussi par mois. Les blessés reçoivent demi-solde et sont soignés par le médecin de l'établissement.

A Chessy, les mineurs allemands et piémontais gagnent de 1^f 60^c à 1^f 75^c, et les manœuvres 1^f 25^c. On donne beaucoup de prix faits.

A Newcastle, un mineur tire dans sa journée de huit heures deux chariots et demi (750 liv.) de charbon ; on lui donne une guinée (24 fr. environ) par semaine, le logement et le feu. (Conrad.)

En Saxe, le prix moyen de la journée de six heures de travail effectif est de 90 centimes, et au Mexique le même nombre d'heures de travail est payé 6 francs. (De Humboldt.)

Au Brésil, dans les lavages des sables aurifères, la nourriture d'un nègre ne coûte que 10 centimes à l'entrepreneur, et le produit du travail de ces malheureux varie de 1^f 20^c à 2^f 40^c.

Prix des ouvrages de mine.

Nota. J'ai pris pour unité le *mètre cube de roche abattue*, afin d'éviter les difficultés qui résulteraient des dimensions, si l'on comptait seulement au mètre courant.[1]

---

1 Pour savoir combien un mètre de foncement dans un puits rond fait de mètres cubes, il faut multiplier trois fois la largeur ou le diamètre par le quart de cette même largeur, et dire, par exemple, pour un puits de 2 mètres de large,

A la mine de Himmelsfurst, près Freyberg en Saxe, qui peut être considérée sous tous les rapports comme un établissement classique, le mètre cube d'entaille dans le filon coûte 17^{f} 50^{c}.

La tâche de mineur est de deux trous de 14 à 20 pouces, ou un trou de 30 pouces chargé et tiré. (D'Aubuisson.)

Dans les mines de Freyberg on donne à prix fait le travail des galeries, des puits, etc.; mais rarement le travail qui a pour objet immédiat l'exploitation des filons métalliques. (D'Aubuisson.)

A Saint-Étienne, le prix du mètre cube d'entaille dans un puits varie de 20 à 33 francs, suivant la profondeur à laquelle on est arrivé, suivant la dureté de la roche et l'abondance de l'eau.

A Saint-Étienne, le prix du mètre cube en galerie varie de 7 à 13 francs dans le tendre.

A Rive-de-Gier, le foncement d'un puits rond se paie à raison de 37 à 40 francs le mètre cube, tant qu'on n'est qu'à 80 ou 100 mètres de profondeur; mais quand on arrive à 150 ou 200 mètres, il se paie 50, 53 et 70 francs, et toujours en augmentant. On a des exemples de puits dont les derniers mètres courans

---

6 mètres, multipliés par 0,50, égalent 3 mètres carrés, qui, multipliés par un mètre de foncement, font 3 mètres cubes.

Pour un puits carré long, on multiplie l'un des grands côtés par l'un des petits; par exemple, 3 mètres par 2, ce qui fait 6 mètres de surface, qui, multipliés par un mètre de foncement, égalent 6 mètres cubes.

Quant aux galeries, on multiplie leur hauteur par leur largeur moyenne; par exemple, 2 mètres de haut par $1^{m}50$ de largeur moyenne, et l'on a 3 mètres de surface, qui, multipliés par un mètre de foncement, égalent 3 mètres cubes.

ont coûté 500 francs; en travaillant jour et nuit, le creusement n'avançait guère que de 7 à 8 mètres courans par mois. (Beaunier.)

Le mètre cube, suivant un vieux mineur qui a beaucoup voyagé, coûte, terme moyen, en galerie taillée en voûte :

1.° Dans le calcaire compacte sans mises ni fente, 8 fr., ou 50 fr. la toise courante;

Avec mises et fentes 7 fr., ou 40 fr. la toise courante.

2.° Dans le grès gris grossier, 5 à 6 fr., ou 30 à 36 fr. la toise courante;

Dans le grès tendre, 4 fr., ou 24 fr. la toise courante;

Dans le grès fin et dur, 10 à 12 fr., ou 60 à 70 fr. la toise courante.

3.° Dans le schiste, 3 fr., ou 30 fr. la toise courante.

4.° Dans le quarz mêlé de pyrites, 25 fr., ou 150 fr. la toise courante.

5.° Dans le quarz pur, 33 fr., ou 200 fr. la toise courante.

A Chessy, dans le grand puits de machine, le mètre cube s'est payé 21^{f} 50^{c}, ou 400 fr. la toise courante.

Le puits de *Miremont*, exécuté au Lardin par la compagnie d'exploration, a 80 mètres de profondeur; son orifice ou sa projection horizontale est elliptique de 3^{m} sur $2^{m},50$.

Il est muraillé sur tous les points où la roche ne pouvait se soutenir, partagé par une cloison d'aérage, garni d'échelles, d'une petite machine à molettes, couvert d'un hangar et d'une baraque renfermant une chambre et une forge, et il a coûté $18,094^{f}$ 79^{c}.

Dans ce même puits, le mètre cube dans le grès rougeâtre et friable se payait..... 18^{f}

Dans le grès blanc friable.....	19f 25c
Quand le grès dur exigeait la poudre..	29. »
Dans le schiste.....	16. »
Dans l'argile rouge marbrée.....	14.50

L'ouvrage de mine et la sortie des déblais, non compris le muraillement, est revenu à 140 francs le mètre courant.

Dans le terrain houiller du Var, les mineurs abattent le mètre cube pour 18 fr., et la machine l'enlève à 150 pieds pour 3f 33c.

A Bourganeuf, département de la Creuse, le mètre cube de galerie dans le terrain houiller ne coûte que 2f 50c, et en puits 9 à 10 fr. (Legentil Laurence.)

A la mine d'étain de Geyer en Saxe, on estime l'abattage d'un mètre cube du stockwerk à 21f 20c et 4 à 5 livres de poudre.

Dans les mines de lignites de la Provence, entre Aix et Marseille, les mineurs du pays foncent un puits incliné de 2 mètres de haut et de 1m,33 de large, taillé en voûte dans le calcaire, pour 30 fr. le mètre courant, outils, déblais, éclairage compris, tant qu'il n'y a pas d'eau. (Gindre.)

Dans les affleuremens d'une grande couche, une descenderie de 4 pieds de large et de toute la hauteur de la couche, coûte 5 fr. le mètre courant, tout compris. (Gindre.)

Aux mines de Sarrebruck, qui appartiennent au roi de Prusse, une galerie coûte dans le grès 18 à 20 fr. le mètre courant, ou 6 à 7 fr. le mètre cube. La pose d'un tampage se paie 25c.

A Poullaouen en Bretagne, quand la roche est de dureté ordinaire, le mineur fait trois trous par poste de douze heures, et reçoit 85^c en hiver et 95^c en été. Ces trous ont 4 décimètres de profondeur ou 15 pouces.

Le mètre courant des galeries de Poullaouen percées dans le schiste, se paie 50 à 70 fr.; elles ont 2^m à $2^m,50$ de large, ce qui remet le mètre cube à $19^f\ 40^c$.

Au Huelgoët en Bretagne, le mètre courant d'une galerie poussée sur le filon, qui est très-dur et quarzeux, se paie jusqu'à 100 fr. Un mineur ne fait quelquefois qu'un trou de quinze pouces en douze heures, et met cinquante fleurets hors de service.

A Allouë dans la Charente, le mètre cube d'une roche siliceuse très-dure, dans laquelle le plomb est disséminé, coûte $18^f\ 15^c$. Dans la même mine de plomb un puits de $1^m,55$ sur 3^m d'embouchure et de 22^m de profondeur, a coûté 150 fr. le mètre courant, y compris l'huile et la poudre. (Legentil Laurence.)

Dans les terrains houillers le mètre courant d'un puits de $3^m,75$ de base se creuse en quatre-vingt-seize heures de travail dans le roc dur, et en quarante-huit heures dans le roc tendre.

Aux mines de Saint-Georges Chatelaison, département de Maine-et-Loire, on a estimé la dépense d'un puits de 97 mètres de profondeur de la manière suivante:

Les 48 premiers mètres étant sur roc demi-dur, ils ont pu être creusés chacun en 17 postes de six heures, et les 49 autres, qui sont sur le roc très-dur, ont dû exiger chacun 36 postes de six heures.

La dépense de chacun de ces postes de six heures

est estimée de la maniere suivante, en raison du bas prix de la main-d'œuvre et des denrées, et en considération de la grande activité de l'établissement, qui était monté et parfaitement approvisionné.

2 mineurs	2f ».c
2 manœuvres au jour	1.33
1/12 de journée de maître mineur	».16
3 hectogr. en 5 cartouches de poudre	0.95
5 chandelles de 32 au kilogramme	».22
1/2 journée de cheval	».50
Usure des outils	».19
Entretien des machines, etc.	».65
	6f00c

Le mètre courant dans le tendre est donc revenu, tout compris, à 102 fr., et dans le dur à 216 fr.: la surface de la section horizontale de ce puits égalant à peu près 4 mètres carrés, il suit de là que le mètre cube dans le tendre est revenu à 25f50c, et dans le dur à 54 fr. (Cordier.)

A Saint-Étienne et à Litry, on estime la dépense d'un cheval, y compris son remplacement, à 6 ou 700 fr. par an.

L'entretien d'une paire de bœufs n'est estimé qu'à 600 fr. par an. (Héricart et Guényveau.)

Prix des outils, de la poudre, des câbles, des machines, etc.

La poudre de mine en France, qui est la même que la poudre à canon, se vend en gros à raison de 2f75c le kilogramme. On la livre aux directeurs dans les entrepôts en barils de cinquante kilogrammes.

En 1814, le prix du magasin des mines de Servoz en Savoie était fixé ainsi :

Poudre prise à l'arsenal de Genève	2f 40c la livre.
Huile de noix	4.80 le pot.
Papier gris	0.15 la main.
Soufre	1.75 la livre.
Coton à mèche	0.40 l'écheveau.
Vieille graisse	1. » la livre.

A Rive-de-Gier, les mineurs s'éclairent avec des lampes de fer, brasées, qui contiennent un douzième ou un quinzième de kil. d'huile de noix, qui coûte 1f 7c le kil. Un ouvrier, dans un poste de neuf à dix heures, en brûle 2/10 de kil.

Les câbles plats coûtent en Angleterre 1f 42c le kil., en chanvre de Riga.

A Bordeaux, les câbles ronds, première qualité de chanvre, fil blanc ou goudronné, coûtent 1f 40c à 1f 50c le kil.

A Saint-Étienne, les câbles coûtent 1f 44c à 1f 56c le kil.; leur durée varie de six à quinze mois, suivant la qualité du chanvre et le degré d'humidité des travaux.

Les câbles d'Idria en Carniole sont composés de 384 fils, divisés en 4 câbleaux tordus du diamètre de 45 lignes. Un de ces câbles, de 150 toises de long, pèse 33 quintaux, et quand il est enduit de suif et de graisse, il pèse 11 quintaux de plus. (Rosenberg.)

A Marseille, un câble blanc de 400 pieds de long et de 15 lignes de diamètre pèse 154 kil. et coûte 1f 40c le kil.

A Rive-de-Gier, les câbles coûtent 163 fr. les 100 kil. de chanvre d'Ancone; ceux faits de chanvre du

Dauphiné ne valent que 120 fr.; il y a environ 167 mètres courans au quintal métrique (Beaunier). Les câbles goudronnés en fils et avec une ame, coûtent davantage, mais durent aussi beaucoup plus.

Les gros fer en barre de Franche-Comté, première qualité, 64 à 66 fr. le quintal métrique.

Fer de Champagne, grosse barre, première qualité, dite *roche*, rendue à Paris, 62 fr. — Vosges, 60 fr. — Demi-roche, 56 fr.

La *fonte grise* française pour moulage, 25 à 26 fr. le quintal métrique. (Héron de Villefosse.)

Les bateaux qui portent la houille de Saint-Étienne sur la Loire, coûtent 250 à 300 fr.; leur tonnage est de 50 quintaux; soit 25 quintaux métriques.

Le prix de la chaux hydraulique, que l'on emploie quelquefois dans le muraillement des travaux humides ou dans le briquetage, est de 20 à 26 fr. le mètre cube. On trouve presque toujours la pierre qui produit cette chaux au-dessus ou aux environs des terrains houillers.

Le pied cube de fonte pèse environ 200 kil., et le pied cube de fer forgé 225 kil.

L'acier d'Allemagne coûte 180 fr. les 100 kil.; l'acier de Toulouse, 160 fr. les 100 kil.

Les outils de mineur aciérés, comme pics, pointes, burins, etc., se paient $1^f\,20^c$ le kil.

Les outils de fer non limés se paient 1^f à $1^f\,20^c$ le kil.; les outils simplement aciérés, $1^f\,20^c$ à $1^f\,40^c$.

Les taillans, comme haches, ciseaux, etc., $1^f\,50^c$ à 2^f.

Les ouvrages limés, tournés, taraudés ou ajustés se paient à la pièce; les vieux outils de mine, aciérés ou non, sont estimés à $1^{f}20^{c}$ le kil., et les vieux taillans à $1^{f}50^{c}$. (Cordier.)

Les grandes chevilles provenant de la démolition des navires, coûtent à Bordeaux, à Marseille et à Nantes, 50 fr. les 100 kil.

Les chevilles ou clous de couronne de 4 pouces, pris en fabrique, coûtent 90 fr. les 100 kil.

Les clous de porte en fer doux	120^{f}
Les clous de planchers à.....	120
Les demi-tâches.....	140

Les beines à déblais d'Alais contiennent 409 litres; celles de l'eau, 756 : elles sont accrochées par trois chaînes.

A Fréjus, les tines vides pèsent 53 kil., et pleines de déblais secs, 190 kil. Une brouette vide pèse 32 kil.

Une tine élevée de 100 pieds par une petite machine à molettes à un cheval met six minutes pour descendre, recevoir sa charge et remonter.

Les beines de *Saint-Étienne* contiennent 2, 3 à 4 hectolitres de houille.

Au Lardin, les tines pèsent 205 kil. pleines de déblais mouillés.

A Servoz, les beines ovales qui glissaient sur les limandes d'un puits incliné, pesaient vides 39 kil., et quand elles étaient pleines de menu minerai, 140, et seulement 127 quand elles étaient chargées de gros.

Une beine de 36 pouces (1^m) de haut, sur 30 pouces (0,84) au ventre, et 27 pouces (0,76) aux extrémités, ferrée, pèse vide 105 kil. (Pajot Descharmes.)

Un panier plein de houille, à 300 mètres de profondeur, pèse 625 kil. avec les chaînes et le câble ; il est enlevé par 4 chevaux en neuf ou dix minutes. (Pajot Descharmes.)

Dans un puits de 100 pieds, 5 hommes et 2 chargeurs élevaient, au moyen d'un tour et de 24 heures de travail par semaine, tout le déblai produit par le travail de 12 mineurs, c'est-à-dire que 120 heures de travail au tour enlevaient le produit de 576 heures de travail de mineur. (Devals fils.)

Les tours ou bourriquets des mines de houille du Nord ont 20 pouces (0,55) de diamètre, et leur manivelle 10 pouces (0,24) de coude : 2 hommes enlèvent un panier de 150 kil. en 2 minutes. (Pajot.)

Dans le Var, un baritel ou petite machine à molette, auquel on peut atteler deux chevaux à la fois, et dont le tambour a 1^m,33 de diamètre, coûte, tout monté et couvert, de 500 à 600 fr.

A Saint-Étienne, les machines à molettes, à 1 ou 2 chevaux, coûtent, y compris le hangar qui les recouvre, depuis 900 jusqu'à 2000 fr.; il y en a cependant de plus petites et de plus légèrement établies, qui ne coûtent que 300 fr. : le tambour a de 1^m à 1^m,30 et le manége en a de 7 à 10. (Beaunier.)

A Rive-de-Gier, pour un puits de 100 mètres, le diamètre du tambour a 2 mètres et celui du manége 7 à 8 ; celui des poulies est de 1^m,50 : le prix d'une

machine de cette force, y compris le hangar, varie de 12 à 1500 fr. (Beaunier.)

Pour le puits de 150 à 200^{m}, le diamètre du manége est de 8 à 9^{m}, celui du tambour de 3^{m}, celui des poulies 1^{m},50. On attelle 2 ou 3 chevaux à la fois; les beines contiennent 3 à 4 hectolitres, et le prix varie de 2000 à 3000 fr.

Pour les puits dont la profondeur excède 200^{m}, le diamètre du manége est de 13 à 14^{m}; le tambour en a 5 à 6, et les poulies 2. On attelle 4 chevaux à la fois; les beines contiennent 5 à 6 hectolitres, et le prix est de 3500 fr.

Les calendres de *Saint-Étienne*, qui font mouvoir des pompes en bois dans les puits inclinés au moyen de tirans et de varlets en bois, coûtent 2000 à 2500 fr., et en y comprenant le prix des pompes et des hangars, 4000 fr.

Les manéges de *Cornouailles* en Angleterre sont en général de petites dimensions et de la construction la plus simple, ils ne sont pas même couverts, et se composent d'un seul balancier à chaque extrémité, auquel on peut atteler deux chevaux de front; leur conducteur, assis derrière, les fouette et les fait marcher au trot.

Les machines à vapeur des mines de la *Loire* sont à double effet et à régulateur. Le diamètre de leur cylindre varie de 18 à 30 pouces (5 à 8 décimètres); la levée est d'un mètre, et il y en a 30 par minute: elles coûtent 30000 à 36000 fr. Les chaudières sont en tôle, et la réparation n'excède pas 1000 fr. par an. (Beaunier.)

On estime la dépense de l'eau d'injection à raison de 3 pieds cubes par minute pour chaque pied carré du piston. On a remarqué qu'il n'y a point d'économie à brûler du charbon de basse qualité. (Beaunier.)

La machine à vapeur de l'atelier de *Rochebelle* à Alais dessert un puits de 82 mètres; le poids des beines est de 236 kil. et celui de l'eau élevée de 756: total 992 kil.

Elle met une minute et demie pour élever ce poids à 82^m, ce qui équivaut à 81344 kil. élevés à 1^m dans le même temps, ou bien à 54 tonneaux (le tonneau de 1000 kil.) élevés à 1^m dans une minute. Le poids élevé par heure à 1^m, sera de 3240 tonneaux. La force d'un cheval étant de 265 quintaux élevés à 1^m en une heure, on trouve, en divisant 3240 tonneaux, qui est l'effet utile de cette machine, par 265, que cet effet égale celui de 12 chevaux. (Communeau.)

Le volume de l'eau d'un puits étant, par exemple, de 5 mètres cubes à élever par heure, et le nombre de coups de piston que l'on pourra faire donner étant de 20 par minute ou de 12000 par heure, on trouve, en divisant ces 5 mètres cubes par 1200, que chaque coup de piston devra, pour satisfaire à cet épuisement, élever environ 4 litres: il faut donc proportionner la levée et le diamètre du piston à ce volume, et donner même un peu plus de capacité au cylindre, afin de compenser les pertes. (Communeau.)

Il résulte de ce premier calcul, que, pour avoir le diamètre d'une tringle de pompe, il faut diviser le nombre de kilogrammes que pèse la colonne d'eau à élever et les pistons par 40 kil., qui est la résistance du bon fer par millimètre carré. Le quotient donne la surface de la section de la tringle, que l'on doit

tenir toujours un peu plus forte que le calcul ne l'indique, afin de compenser les frottemens et une partie du poids même de la tringle : ainsi, soient 1200 kil., le poids de la colonne d'eau à élever; divisez par 40 kil.: le quotient, 300 est la surface en millimètres carrés de la section de la tringle. (Communeau.)

Prix des bois de mine dans différentes parties de la France.

Nota. Le mot *environ*, employé dans les quantités, les poids et les mesures, entraîne 5 pour % en deçà et en delà, c'est-à-dire de 95 à 105.

Au Lardin (Dordogne), je payais en 1823 le bois de mine, essence de chêne, équarri à vives arêtes et rendu au chantier, à raison de 30 fr. les 100 pieds courans de 6 pouces en tout sens.

Les picots ou palplanches, 12 fr. le cent;

Les coins ou calons, 1 fr. 25 cent. le cent,

Et les manches d'outils, 5 fr. le cent.

Plus tard les travaux publics ont fait augmenter ces prix.

A Anzin, département du Nord, la perche de 7 à 8 mètres de long sur 18 à 23 centimètres de circonférence à 1^{m},60 au-dessus du pied, se vend 30 à 35 fr. le cent; de 8 à 9 mètres sur 23 à 29 centimètres, 55 francs; de 10 à 10 mètres sur 29 à 36 centimètres, 65 à 100 francs.

Une trousse à picoter, composée de 4 pièces en chêne, revient à 24 fr. (Pajot Descharmes.)

Dans le département de la *Creuse*, le prix du pied

cube de chêne ou de hêtre varie, de 90^c à 1^f 10^c. (Legentil Laurence.)

Dans la Vendée, le pied cube de bois de chêne équarri coûte 1^f 55^c; le bois d'aune ou de vergne, 90^c à 1 fr. (Legentil Laurence.)

Dans la Charente, le bois de chêne coûte 5 centimes le pouce de côté sur 1 pied courant: ainsi une pièce carrée de 6 pouces de côté et de 10 pieds de long coûte 3 fr. Les planches se vendent 7 fr. les 36 pieds carrés. (Legentil Laurence.)

A Rive-de-Gier (Loire), le bois de chêne coûte 1 fr. le mètre courant, la pièce ronde ayant 8 centimètres d'épaisseur au petit bout.

Le *sapin*, qui se tire des montagnes de Pilat, coûte 45, 60 et 75 centimes le mètre courant, les pièces ayant 9, 10 et 13 centimètres au petit bout; même prix à Saint-Étienne.

A Toulon, le bois de pin coûte 1^f 60^c le pied cube, ce qui porte le prix d'un cadre de 1 sur 2 mètres à environ 16^f 15^c.

Les planches de pin de 6 pieds de long, 1 pouce d'épaisseur et 7 à 8 pouces de large, coûtent 6 fr. la douzaine. Un cadre de pin vert pèse 420 kil., y compris les 2 tampages et les 4 porteurs; en tout 11 pièces.

Aux mines de Saint-George, département de Maine-et-Loire, le bois de mine, essence de chêne, de $0^m,25$ d'équarrissage, est estimé 1 fr. le mètre courant, et celui de $0^m,15$ sur $0^m,12$ à 80 centimes.

Dans la Dordogne, aux environs de Terrasson, arrondissement de Sarlat, on paie le gros bois de chêne de construction, tel qu'il le faudrait pour le picotage, le mètre cube savoir :

En grume.....	34 f
Équarri à vives arêtes.....	60
Bois de sciage.....	88

En Angleterre, où l'on ne boise qu'à la dernière extrémité, un rondin de sapin, venant de Norwége et ayant 7 pouces de diamètre sur 9 pieds de long, coûte environ 2 schelings, 2 f 50 c. (Dufrenoy.)

Le puits d'*Auguste*, exécuté près Fréjus, département du Var, a 2 mètres sur 3, et il est boisé dans toute sa profondeur. Voici le devis d'un cadre et de 2 mètres ou 6 pieds de cloison, coulans et échelle ; savoir :

2 grandes pièces et 5 courtes, façon et ajustage, 2 journées de mineur.....	5 f
4 mortaises pour les 2 tampages.....	5
Pose de ces deux tampages avec leurs plateaux et serrages.....	2
Pose des cadres et garnitures des picots, 2 journées.....	5
Ajustage, bouffetage et pose de 2 mètres de cloison d'aérage.....	5
Pose de 13 coulans de 6 pieds.....	2
Pose de l'échelle et d'un échafaud.....	1
Pose et préparation des 4 porteurs.....	2
Valeur de toutes ces pièces en bois de pin	24
Clous et chevilles de démolition.....	5
	56 f

Dimensions de quelques ouvrages.

A Poullaouen en Bretagne, les puits sont oblongs ; ils ont 10 pieds 6 pouces (3 m,41) sur 6 pieds (2 m).

Ils sont divisés en deux par une cloison, formant deux cases, l'une pour les tines et l'autre pour les pompes et les échelles.

Les puits de *Cornouailles* sont oblongs et divisés en deux cases, l'une pour l'extraction et l'autre pour les pompes.

Les puits d'*Altenberg* en Saxe ont 12 pieds (4 mètres) de long et 4 pieds (1,33) de large; ils sont partagés en trois cases, dont une pour le passage des ouvriers et deux pour les tines.

A la mine de plomb de *Villefort*, département de la Lozère, les puits ont 4 pieds de large et 10 pieds de long. La case des échelles à 4 pieds carrés.

A Newcastle, où les puits sont ronds et garnis de briquetage, ils varient de 6 à 20 pieds de diamètre. (Dufrenoy.)

Outre la nécessité de donner de la pente aux galeries pour l'écoulement des eaux, cette précaution devient nécessaire aussi pour faciliter le roulage. En Saxe, on donne 1 p. 6 pouc. (0,50) sur 200 mètres.

On s'exagère la dépense et les difficultés de l'exécution d'un chemin de fer : une route ordinaire, de 24 à 30 pieds de large, coûte autant, et un chemin pavé de 15 pieds coûte le double. Les frais de transport sur les chemins de fer sont réduits de deux tiers : que l'on juge de l'économie qui en résulte sur la masse des transports! (Gallois.)

Prix de la houille.

Prix coûtant d'un hectolitre comble de houille provenant d'une couche d'un pied (0,33) d'épaisseur, exploitée à col tordu et par remblai au *Lardin* (Dordogne) en 1828.

Exploitation et abattage	0,40^{c}
Sortie de la taille	0,06
Roulage à 200 mètres	0,12
Outils	0,02
Salaire du maître mineur	0,02
Boisage des tailles et remblai	0,05
Entretien des galeries de roulage	0,03
Intérêt du fond capital et frais généraux	0,05
	0,75^{c}

Un hectolitre comble, tel qu'on le mesure à *Bordeaux*, égale 3 pieds cubes et pèse 100 kil., l'hectolitre raz 85 kil., en bonne houille de la Loire.

A *Anzin*, la houille se vend 1^{f} 60^{c} l'hectolitre comble en détail et 1^{f} 47^{c} en gros, c'est-à-dire à partir de 1000 hectolitres.

A *Saint-Étienne*, le prix de la houille varie, savoir:

Le perat ou grosse houille en hiver, 90 centimes le quintal métrique;

Le grêle, de 60 à 65 centimes.

Et le menu, de 30 à 50 centimes.

Dans l'Aveyron, 35 centimes.

Le lignite de *Provence*, bonne qualité, pèse 92 kil. l'hectolitre. La charge ou mesure du pays pèse 123 kil., et revient à l'exploitant à 0,62, 0,75, 1^{f} et 1^{f} 35^{c}, suivant l'épaisseur des couches exploitées. (Gindre.)

Un espace carré de 4 mètres de côté, ou de 144 pieds carrés sur une couche de lignite de 4 pieds ($1^{m},33$) d'épaisseur, produit 5206 kil. de lignite, 42 charges mesure du pays, ou 56 hectolitres et demi combles. (Gindre.)

Un massif de houille cubé sur place, foisonne de moitié par l'abattage, quand elle se réduit en menu. (Cordier.)

A *Bordeaux*, la houille menue anglaise se vend jusqu'à 4 fr. l'hectolitre;

La houille de *Saint-Étienne*, 3^{f} 50^{c};

La houille de l'*Aveyron* et de la *Dordogne*, de 3^{f} à 3^{f} 20^{c}.

A *Paris*, la houille de *Saint-Étienne* se vend 4^{f} 50^{c} à 4^{f} 75^{c} le quintal métrique.

Les houilles de l'*Allier* et de l'*Auvergne*, un peu moins.

A *Nantes*, les houilles de la *Loire* se vendent 5^{f} 30^{c} le quintal métrique.

A *Marseille*, le lignite de *Provence* se vend, prix moyen, 2^{f} à 2^{f} 50^{c},

Et la houille de *Saint-Étienne*, 3^{f} l'hectolitre.

FIN.

TABLE DES CHAPITRES.

INTRODUCTION . . . . . Pag. vij
CHAP. I.er Indices et recherche des minerais; leur disposition dans le sein de la terre.
§. 1.er Indices éloignés, prochains, certains et négatifs de la présence des minerais et des combustibles. 1
§. 2. Disposition des minerais et des combustibles dans l'intérieur de la terre. — Couches. — Filons. — Veines. — Stockwerks. — Amas. — Nids et Rognons. — Failles. — Renflemens. — Rétrécissemens. — Brouillages et autres accidens. 8
§. 3. Exploration de la surface. Recherche des minerais, des combustibles et des eaux par tranchées, par galeries, puits et sondages 37
CHAP. II. Exploitation proprement dite.
§. 1.er Des outils de mineur 91
§. 2. Consistance, entaille et abattage de la roche. 115
§. 3. Des échelles, des escaliers et autres moyens de descendre dans les mines 136
§. 4. Exploitation des tourbières. 141
§. 5. Exploitation des carrières. 144
§. 6. Exploitation des mines. 152
§. 7. De l'exploitation des minerais par lavage . . . 189
§. 8. Exploitation des mines de sel gemme, des terres et des eaux salées 195
CHAP. III. Transports intérieurs, et extraction des minerais et des combustibles 218
§. 1.er Transport à dos d'homme 219
§. 2. Transport par brouette. 222
§. 3. Transport par chariots ou chiens de mine, sur chemins de bois et sur chemins de fer 227
§. 4. Transport intérieur par les chevaux et les mulets. 234
§. 5. Transport souterrain par eau. 235
§. 6. De la poulie 239

§. 7. Du tour simple . . . . . Pag. 239
§. 8. Le treuil ou tour à engrenage. 241
§. 9. Du tour à roue. 243
§. 10. Le cabestan simple 245
§. 11. De la petite machine à molette ou du baritel. 246
§. 12. De la grande machine à molette. 249
§. 13. Des machines à vapeur appliquées à l'exploitation des mines. 252
§. 14. De la machine à contre-poids. 266
§. 15. De la machine à colonne d'eau. 268
§. 16. Des machines à tirailles et à varlets en fer ou en bois, mues par des roues hydrauliques ou autrement 269
§. 17. Des chaînes et des câbles ronds et plats . . . 271
§. 18. Des tines, bennes ou beines, réseaux, caisses ou paniers, dont on fait usage pour élever les minerais et les combustibles au jour 274
§. 19. Les crochets. 277
§. 20. Des ponts roulans 277
Chap. IV. De la conservation des hommes et des travaux. 281
§. 1.er Des galeries taillées en voûte. 284
§. 2. Des différens boisages adoptés dans les galeries horizontales 286
§. 3. Du choix et de la préparation des bois de mine. 289
§. 4. De la pose des cadres et des picots dans les galeries. 297
§. 5. Boisage des galeries inclinées, des descenderies ou bures. 298
§. 6. Du boisage des différentes espèces de puits . . 301
§. 7. Du plionnage. 308
§. 8. Des kastes, stempel et des échafaudages. . . . 309
§. 9. Muraillement des galeries 313
§. 10. Muraillement des puits de différentes espèces. 323
§. 11. Du remblai 338
§. 12. Des armatures en fonte ou tubage 339
§. 13. Des galeries d'écoulement. 342
§. 14. Des pompes. 350
§. 15. Du cuvelage, du picotage et des autres moyens préservatifs employés contre les inondations . . . 361

§. 16. Du gaz acide carbonique . . . . . Pag. 378
§. 17. Du gaz azote 381
§. 18. De l'hydrogène 382
§. 19. Cheminées, conduits et cloisons d'aérage, ventilateurs et fourneaux d'appel 385
§. 20. De la lampe de sûreté de M. Davy, perfectionnée par M. Chevremont 397
§. 21. Des appareils respiratoires 403
§. 22. De l'emploi du chlorure de chaux pour l'assainissement des mines de houille qui contiennent de l'hydrogène carboné et autres lieux infestés de gaz méphitiques 408
§. 23. Des incendies souterrains et de la température des mines 411
§. 24. Secours aux noyés, aux asphyxiés et aux brûlés 422
Chap. V. De la géométrie souterraine, ou de l'art de lever les plans de mine 431
§. 1.er Des instrumens 435
§. 2. Manière d'opérer dans les travaux 436
§. 3. Manière de rapporter les opérations sur le papier et de dessiner les plans 445
§. 4. Résolution des triangles par les tables trigonométriques 455
§. 5. Observations sur quelques circonstances particulières 460
§. 6. Remarques sur la construction de la boussole des mineurs et autres instrumens 467
§. 7. De la manière de tracer une méridienne et d'apprécier la déclinaison de l'aiguille aimantée . . . 472
§. 8. De la réduction des plans 473
Tables des sinus calculés de M. De la Chabaussière, ancien Inspecteur général et honoraire des mines. 475
Chap. VI. Administration.
§. 1.er Personnel 492
§. 2. Comptabilité 522
§. 3. École des mines et des mineurs 526
§. 4. Législation des mines 529
Loi concernant les mines, les minières et les carrières 533

APPENDICE.

Superposition des différentes espèces de terrains connus, représentant leur âge relatif. . . . . Pag. 553
Prix des ouvrages de mine et des journées de mineur dans différentes parties de la France 559
Prix des outils, de la poudre, des câbles, des machines, etc. 567
Prix des bois de mine dans différentes parties de la France. 574

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

Accidens des couches de houille. . . . . Pag. 28 et suiv.
Administration. 492
Aérage des mines 378
Affleuremens. 5, 7, 16
Allure d'un filon 19
Amas. . . . . 20 — 25
Appareils respiratoires. 403
Appendice. 553
Argiles salifères 212
Armatures en fonte ou tubage 339
Asséchement des mines. 341
Bancs 8, 12
Barres 27
Bâtimens de graduation. 213
Battrans 97
Boisage des emplacemens. 300
Boisage des galeries horizontales 286
Boisage des galeries inclinées 296
Boisage des puits 301
Bombes (voir Battrans) 97
Bourres 128
Bourroirs simples 104
Bourroirs à terre grasse 105
Boussoles. 467, 470
Briquet ordinaire 110
Briquet d'éclairage. 111
Brouillage 33
Bures 56
Burins (voir Fleurets). 101
Cabestan à manchon (Le) 245
Cabestan simple (Le) . . . . . *idem.*

Failles (Manière de passer les). . . . . Pag. 31
Fendues. 56
Feuillets. 12
Filets. 20
Filons. 14
Filons à chapelet. 18
Filons croiseurs 20
Filons célèbres. 23
Fleurets 101
Fleurs 16
Fours. 17
Frein. 251
Galerie (Recherches par) 52
Galerie d'écoulement de Tarnowitz 349
Galeries d'écoulement 342
Galeries de recherches (Dimensions des) . . . 55
Galeries en voûte de cloître. 55
Galeries taillées en voûte 284
Gangues. 21
Gaz acide carbonique. 378
Gaz azote 381
Géométrie souterraine 431
Gradins (Exploitation par). 180
— — ou stross en montant et en descendant . 181
Grisou 382
Houillères (Exploitation des) 152
Hydrogène 382
Incendies souterrains. 411
Inclinaison d'une couche, etc. 12
Indices certains, éloignés, prochains de la présence des minerais, etc. . . . . 1 et suiv.
Instrumens 435
Kastes, stempel, échafaudages 309
Kurzawka. 307
Lame (La). 46
Lampe de Davy 397
Lampes de mineur 106
Lavage (Exploitation par). 189
Législation des mines 529
Lisières d'un filon 17

Lit d'une couche ou d'un filon . . . . . Pag. 17
Lits 12
Livret pour les nivellemens 439
Livrets, passeports, congés 511
Loi sur les mines. 533
Machine à colonne d'eau 268
Machine à contre-poids. 266
Machine à molettes (Grande). 249
— — — — — (Petite) 246
Machines à tirailles et à varlets en fer ou en bois, mues par des roues hydrauliques ou autrement. 269
Machines à vapeur, appliquées à l'exploitation des mines. 252
Manière de rapporter les opérations sur le papier. 445
Manière d'opérer dans les travaux. 436
Masse des secours. 514
Masses de mineur. 99
Mèches. 132
Méridienne. 472
Mines (Exploitation des) 152
Mines en masses ou amas (Des) . . . . . *idem.*
Mineurs français et étrangers 498
Modèle de feuille de journées. 508
Molières. 377
Mouquet. 381
Mur d'une couche ou d'un filon. 17
Muraillement 313
Muraillement des galeries . . . . . *idem.*
— — des puits 323
— — en ceintures 318
Observations sur l'usage des instrumens. 460
Outils de mineur. 91
Ouvrage en travers 169
Palfers. 98
Pelles. 98
Pendage de roisse, etc. 13
Perra fita 35
Personnel 492
Pics (Différentes espèces de) 92
Pied-de-biche. 98

Pistolets (voir Fleurets). . . . . Pag. 101
Planeures, platteurs, platteuses 13
Plionnage 308
Poches 17
Pointes et pointerolles 100
Pompes 350
Pompes aspirantes 352
Pompes Binet 356
Ponts roulans 277
Pose des cadres et des pieots dans les galeries. . 297
Potes, poités, pontals 295
Poudre de mine 126
Poulie (De la). 239
Prix de la houille. . . . . 578 et 579
Prix des outils, de la poudre, des câbles, machines, etc.. . . . . 567—572
Prix des bois de mine . . . . . 574—576
Prix des ouvrages de mine dans différentes parties de la France. . . . . 559—567
Puissance d'un filon, d'une couche 20
Puits de recherche, ses dimensions 58
Puits artésiens. 48
Puits artésiens (Détails sur les). Dépenses approximatives . . . . . 77—87
Puits ou caisse à filtrer 207
Râcles 98
Rampes 56
Ratées 133
Recherches de la houille . . . . . 39 et suiv.
— — de la tourbe. 45
— — des eaux. 46
— — des filons 38
— — des lignites 43
Réduction des plans 472
Réglement de police 516
Remarques sur la boussole 467
Remblai. 338
Renflemens 33
Résolution des triangles. 455
Roches ébouleuses et pulvérulentes. 115

Roches tendres et friables . . . . . Pag. 116
— — pourries. . . . . *idem.*
— — feuilletées . . . . . *idem.*
— — fracturées 117
— — tendres et tenaces 118
— — vives et cassantes. 119
— — dures et tenaces 120
Rouleurs, traîneurs, hiercheurs 224
Sainte-Barbe (Fête de) 522
Salbandes d'un filon. 17
Salons des salines. 202
Secours aux noyés, aux asphyxiés et aux brûlés. 422
Sel gemme (Exploitation des mines de) 195
Sondage (Détails sur le). . . . . 64 et suiv.
Sondage (Dépense d'un) 68
Sonde (Différentes pièces de la) . . . . . 61 et suiv.
— Ses ajustages, etc. 62
— (Prix d'une) 89
Souffleurs 383
Soutènement des terres et des roches. 283
Spritze 359
Stockwerk 22
Stross en montant et en descendant 181
Superposition des terrains 553
Tables des sinus 475
Tarière de montagne. 61
Tarifs de machines à vapeur . . . . . 264—266
Terreuse, espèce de lignite. 44
Tête de filon. 16
Tines, bennes, réseaux, etc. 274
Tines ou beines 351
Tirage d'un coup de mine. 123
Tirage des mines sous l'eau. 134
Toit d'une couche ou d'un filon 17
Tonneaux 351
Tour à roue (Du). 243
Tour simple (Du). 239
Tourbières (Exploitation des). 141
Tranchée (Recherches par). 51
Transport intérieur par les chevaux et les mulets. 234

Transport par chariots ou chiens de mines sur chemins de bois et sur chemins de fer . . . Pag. 227
Transport par brouette 222
Transport souterrain par eau 235
Transports à dos d'homme. 219
Transports intérieurs. 218
Travail à la journée 501
Travail à prix fait. 501
Travaux de recherches 50
Treuil ou tour à engrenage (Le) 241
Triage du minerai dans l'intérieur de la mine. . 185
Trousse à picoter 366
Usage des tables des sinus . . . . . 475—491
Veines 20
Veys 229

HOME USE
CIRCULATION DEPARTMENT
MAIN LIBRARY

This book is due on the last date stamped below.
1-month loans may be renewed by calling 642-3405.
6-month loans may be recharged by bringing books to Circulation Desk.
Renewals and recharges may be made 4 days prior to due date.
ALL BOOKS ARE SUBJECT TO RECALL 7 DAYS AFTER DATE CHECKED OUT.

MAR 1 7 1975 7 9

REC'D CIRC DEPT SEP 1 7 '74

LD21—A-40m-5,'74
(R8191L)

General Library
University of California
Berkeley

YC 18894

TN146
B7

17590

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY